

Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado

CONTINUACIÓN DE LA ANTIGUA REVISTA DE ESCUELAS NORMALES

97 (36.1) ABRIL 2022



RIUFOP

ISSN 0213-8646 | E-ISSN 2530-3791

Asociación Universitaria de Formación del Profesorado
(AUFOP)

***Revista Interuniversitaria
de Formación del Profesorado***

continuación de la antigua ***Revista de Escuelas Normales***

Número 97 (36.1)

**La «Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado,
continuación de la antigua Revista de Escuelas Normales (RIFOP)»,
es el órgano de expresión de la Asociación Universitaria de Formación
del Profesorado (AUFOP), entidad científico-profesional de carácter no lucrativo.
Se edita en colaboración con la Universidad de Zaragoza,
de cuyo catálogo de publicaciones propias forma parte.**

Sede Social, redacción, administración y correspondencia

AUFOP

Editor

Cosme Jesús Gómez Carrasco

Universidad de Murcia. Facultad de Educación (crgomez@um.es)

Páginas web

<https://recyt.fecyt.es/index.php/RIFOP>

Diseño de portadas y diseño web

David López Ruiz (Universidad de Murcia, España)

ISSN; 0213-8646 | E-ISSN 2530-3791

DEPOSITO LEGAL: Z-1573-87

CÓDIGOS UNESCO: «Preparación y empleo de profesores 5803»

© Asociación Universitaria de Formación del Profesorado (AUFOP). Reservados todos los derechos. Queda prohibida la reproducción total o parcial sin permiso escrito de la AUFOP. La Revista no se identifica necesariamente con los contenidos de los artículos publicados, que son responsabilidad exclusiva de los autores.

CONSEJO DE REDACCIÓN

Editor

Dr. COSME JESÚS GÓMEZ CARRASCO (Universidad de Murcia, España)

Editores Asociados

Dr. ALVARO CHAPARRO SAINZ (Universidad de Almería, España)
Dra. SILVIA GARCÍA CEBALLOS (Universidad de Zaragoza, España)
Dr. JAIRO RODRÍGUEZ MEDINA (Universidad de Valladolid, España)
Dra. ARAITZ USKOLA IBARLUZEA (Universidad de País Vasco, España)

Secretario

Dr. TOMÁS IZQUIERDO RUS (Universidad de Murcia, España)

Equipo de redacción

Dra. MARTA MARTÍNEZ RODRÍGUEZ (Universidad Autónoma de Madrid, España)
Dra. BELÉN CASTRO FERNÁNDEZ (Universidad de Santiago de Compostela, España)

COMITÉ EDITORIAL

Dr. LUIS ALBERTO ALVES (Universidad de Oporto, Portugal)
Dra. INMACULADA AZNAR DÍAZ (Universidad de Granada, España)
Dr. VÍCTOR BENITO ARIAS GONZÁLEZ (Universidad de Salamanca, España)
Dra. BEATRICE BORGHI (Universidad de Bolonia, Italia)
Dra. MARÍA PILAR CÁCERES RECHE (Universidad de Granada, España)
Dr. PEDRO JOSÉ CANTO HERRERA (Universidad Autónoma de Yucatán, México)
Dra. JASONE CENOZ IRAGUI (Universidad del País Vasco, España)
Dr. RAMÓN COZAR GUTIERREZ (Universidad de Castilla-la Mancha, España)
Dr. RODRIGO MANOEL DIAS DA SILVA (Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil)
Dr. ANDRÉS ESCARBAJAL FRUTOS (Universidad de Murcia, España)
Dr. FRANCISCO JAVIER HINOJO LUCENA (Universidad de Granada, España)
Dr. ALEX IBÁÑEZ ETXEBERRIA (Universidad de País Vasco, España)
Dr. JUAN JOSÉ LEIVA OLIVENCIA (Universidad de Málaga, España)
Dr. STÉPHANE LÉVESQUE (Universidad de Ottawa, Canadá)
Dra. MARÍA DEL MAR LORENZO MOLEDO (Universidad de Santiago de Compostela, España)
Dr. JAVIER JERÓNIMO MAQUILÓN SÁNCHEZ (Universidad de Murcia, España)
Dr. CARLOS ENRIQUE MUÑOZ LABRAÑA (Universidad de Concepción, Chile)
Dr. ROBERT J. PARKES (Universidad de Newcastle, Australia)
Dr. SEBASTIÁN PLÁ (Universidad Nacional de México, México)
Dra. HENAR RODRÍGUEZ (Universidad de Valladolid, España)
Dr. DANIEL SCHUGURENSKY (Arizona State University, EE.UU.)
Dra. APOLLINE TORREGROSA (Universidad de Ginebra, Suiza)

COMITÉ CIENTÍFICO

Dr. FERNANDO ALBUERNE LÓPEZ (Universidad de Oviedo, España)
Dra. MARÍA LUISA BELMONTE ALMAGRO (Universidad de Murcia, España)
Dr. JUAN BENITO MARTÍNEZ (Universidad de Murcia, España)
Dr. JUAN JOSÉ CÁCERES ARRANZ (Universidad de Valladolid, España)
Dr. CESAR COLL (Universidad de Barcelona, España)
Dr. JOHN ELLIOT (University Of East Anglia, Norwich, Reino Unido)
Dra. JASONE CENOZ IRAGUI (Universidad del País Vasco, España)
Dra. MARÍA ROSARIO FERNÁNDEZ DOMÍNGUEZ (Universidad de Zaragoza, España)
Dr. ANTONIO GARCÍA CORREA (Universidad de Murcia, España)
Dr. EMILIO GARCÍA GARCÍA (Universidad Complutense de Madrid, España)
Dr. COSME J. GÓMEZ CARRASCO (Universidad de Murcia, España)
Dr. JOSÉ GIMENO SACRISTÁN (Universidad de Valencia, España)
Dr. JOSÉ RAMÓN FLECHA GARCÍA (Universidad de Barcelona, España)
Dra. NITA FREIRE (The Paulo And Nita Freire Project For Critical Pedagogy)
Dr. HENRY GIROUX (Mcmaster University, Canadá)
Dr. DANIEL LÓPEZ STEFONI (Universidad de Los Lagos, Chile)
Dra. ANA BELÉN MIRETE RUIZ (Universidad de Murcia, España)
Dr. PETER MC LAREN (University Of California, Los Ángeles, EE.UU.)
Dr. JAVIER JERÓNIMO MAQUILÓN SÁNCHEZ (Universidad de Murcia, España)
Dr. PEDRO MIRALLES MARTÍNEZ (Universidad de Murcia, España)
Dr. JESÚS PALACIOS (Universidad de Sevilla, España)
Dr. CARLOS ENRIQUE MUÑOZ LABRAÑA (Universidad de Concepción, Chile)
Dr. ÁNGEL PÉREZ GÓMEZ (Universidad de Málaga, España)
Dr. STEPHEN KEMMIS (Deakin University, Australia)
Dr. MARTÍN RODRÍGUEZ ROJO (Universidad de Valladolid, España)
Dr. ROBERT STAKE (University Of Illinois, Chicago, EE.UU.)
Dr. TOMÁS SOLA MARTÍNEZ (Universidad de Granada, España)
Dra. SANDRA RACIONERO PLAZA (Universidad de Barcelona, España)
Dra. HENAR RODRÍGUEZ NAVARRO (Universidad de Valladolid, España)
Dr. JESÚS ALBERTO ECHEVERRY SÁNCHEZ (Universidad de Antioquía, Colombia)
Dr. GABRIEL GALARZA LÓPEZ (Universidad de Bolívar, Ecuador)
Dr. RENATO GRIMALDI (Università Degli Studi di Torino, Italia)
Dr. JUAN MILA DEMARCHI (Universidad de la República de Montevideo, Uruguay)
Dra. ERICA ROSENFELD HALVERSON (University of Wisconsin-Madison, EEUU)
Dr. LUIS ALBERTO ALVES (Universidad de Oporto, Portugal)
Dr. FRANCISCO JAVIER HINOJO LUCENA (Universidad de Granada, España)
Dr. JUAN JOSÉ LEIVA OLIVENCIA (Universidad de Málaga, España)
Dr. STÉPHANE LÉVESQUE (Universidad de Ottawa, Canadá)
Dr. ROBERT J. PARKES (Universidad de Newcastle, Australia)
Dr. SEBASTIÁN PLÁ (Universidad Nacional de México, México)
Dr. DANIEL SCHUGURENSKY (Arizona State University, EE.UU.)
Dra. APOLLINE TORREGROSA (Universidad de Ginebra, Suiza)
Dra. BEATRICE BORGHI (Universidad de Bolonia, Italia)
Dr. PEDRO JOSÉ CANTO HERRERA (Universidad Autónoma de Yucatán, México)
Dr. RODRIGO MANOEL DIAS DA SILVA (Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Brasil)
Dr. MARIANO RUBIA ABI (Universidad de Valladolid, España)

ÍNDICE DE IMPACTO DE LA REVISTA INTERUNIVERSITARIA DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO (RIFOP)

La RIFOP tiene el sello de calidad FECYT desde junio de 2016. Por otra parte, está indexada en el «Emerging Sources Citation Index (ESCI)», la nueva edición de Web of Science, desde el número 87 (30.3) Diciembre 2016. Desde 2020 los artículos están incluidos en la base de datos de SCOPUS.

Más información en nuestra página web:

<https://recyt.fecyt.es/index.php/RIFOP/Indexacion>

Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado

continuación de la antigua **Revista de Escuelas Normales**

Coordinador

ANTONIO DE PRO BUENO

Número 97 (36.1)

ISSN 0213-8646 | E-ISSN 2530-3791

ÍNDICE

Formación del Profesorado en Didáctica de las Ciencias Experimentales

Diseño y validación de una rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RUBESTEM)

*David Aguilera, Araceli García-Yeguas, Francisco Javier Perales-Palacios,
José Miguel Vilchez-González.....* 11

Formación de maestras por implementación de secuencias en su propio contexto de aula: red sistémica para el análisis de las entrevistas pre-post

Ana Amat González, María Martínez Chico, María Rut Jiménez Liso..... 35

Las emociones en ciencias en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria.

*Elena Bravo Lucas, María Brígido Mero, Míriam A. Hernández del Barco,
Vicente Mellado Jiménez.....* 57

Alfabetización ambiental del profesorado de Educación Infantil y Primaria en formación inicial.

*Alicia Guerrero Fernández, Fátima Rodríguez Marín, Emilio Solís Ramírez,
Ana Rivero.....* 75

Uso de dilemas socio-científicos para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en docentes en formación inicial.

Percepciones del profesorado

*José Manuel Hierrezuelo Osorio, Antonio Joaquín Franco-Mariscal, Ángel
Blanco López.....* 99

La Naturaleza de la Ciencia como objeto de aprendizaje en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria.

Juan José Vicente, Natalia Jiménez-Tenorio, José María Oliva 123

La formación científica y didáctica en el grado de Maestro en Educación Primaria y la presencia de la indagación según el profesorado <i>Sandra Pilar Tierno, Jordi Solbes, Valentín Gavidia, Paula Tuzóne.....</i>	143
Práticas de Cidadania Ambiental na Formação Inicial de Professores de Educação Básica: Um Estudo de Caso <i>Elisabete Linhares, Pedro Reis.....</i>	163
Cinco problemas en la formación de maestros y maestras para enseñar ciencias en Educación Primaria <i>Antonio de Pro Bueno, Carlos de Pro Cherenguini, José Cantó Doménech.....</i>	185
La indagación en la formación de maestros de educación infantil. El trasvase de agua como problema <i>Yolanda Golías Pérez, Susana García Barros, Juan-Carlos Rivadulla-López.....</i>	203

Miscelánea

La autoridad en la era inclusiva: un estudio de caso con niños y niñas de educación primaria <i>Irune Corres-Medrano, Pilar Aristizabal, Nagore Ozerinjauregi.....</i>	225
Teaching practicums as an ideal setting for the development of teachers-in-training <i>Nancy Palacios Mena y Alison Kay Reedy.....</i>	243
Supporting All Students: Teacher Education and the Realities of Trauma <i>Janine J. Darragh y Gina Mikel Petrie</i>	265
TIC y diversidad funcional. Conocimiento del profesorado de las Islas Canarias <i>Pedro José Carrillo-López y Ana Adela Hernández-Gutiérrez.....</i>	283
Competencia digital docente del profesorado en formación inicial de universidades públicas chilenas <i>Juan Silva, Cristian Cerda, María Rosa Fernández-Sánchez. Miriam León....</i>	301

Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado

continuación de la antigua **Revista de Escuelas Normales**

Coordinador

ANTONIO DE PRO BUENO

Número 97 (36.1)

ISSN 0213-8646 | E-ISSN 2530-3791

INDEX

Teacher Training in Didactics of Experimental Sciences

Design and validation of a rubric for the evaluation of STEM teaching proposals (RubeSTEM)	
<i>David Aguilera, Araceli García-Yeguas, Francisco Javier Perales-Palacios, José Miguel Vilchez-González.....</i>	11
Teacher training by implementing instructional sequence in Primary School teachers' classroom context: systemic network for analyzing pre-post interviews	
<i>Ana Amat González, María Martínez Chico, María Rut Jiménez Liso.....</i>	35
Emotions in science during the initial training of Early Childhood and Primary Education teachers	
<i>Elena Bravo Lucas, María Brígido Mero, Míriam A. Hernández del Barco, Vicente Mellado Jiménez.....</i>	57
Environmental literacy of teachers in initial training in Early childhood and Primary Education.	
<i>Alicia Guerrero Fernández, Fátima Rodríguez Marín, Emilio Solís Ramírez, Ana Rivero.....</i>	75
Use of socio-scientific dilemmas for the development of critical thinking skills in pre-service teachers. Teachers' perceptions	
<i>José Manuel Hierrezuelo Osorio, Antonio Joaquín Franco-Mariscal, Ángel Blanco López.....</i>	99
The Nature of Science as a learning object in the initial training of secondary school science teachers	
<i>Juan José Vicente, Natalia Jiménez-Tenorio, José María Oliva</i>	123

Scientific and didactic training for the Degree in Primary Education and the presence of inquiry according to teacher educators <i>Sandra Pilar Tierno, Jordi Solbes, Valentín Gavidia, Paula Tuzóne.....</i>	143
Environmental Citizenship Practices in the Initial Training of Basic Education Teachers: A Case Study <i>Elisabete Linhares, Pedro Reis.....</i>	163
Five problems in training teachers to teach science in Primary Education <i>Antonio de Pro Bueno, Carlos de Pro Cherenguini, José Cantó Doménech.....</i>	185
Inquiry in Early Childhood teachers' Education. Water transfer as a research problem <i>Yolanda Golías Pérez, Susana García Barros, Juan-Carlos Rivadulla-López.....</i>	203

Miscellany

Authority in the inclusive age: a case study with primary school children <i>Irune Corres-Medrano, Pilar Aristizabal, Nagore Ozerinjauregi.....</i>	225
Las prácticas docentes como escenario idóneo para el desarrollo del profesorado en formación <i>Nancy Palacios Mena y Alison Kay Reedy.....</i>	243
Apoyo a todos los estudiantes: la formación del profesorado y las realidades del trauma <i>Janine J. Darragh y Gina Mikel Petrie</i>	265
ICT and functional diversity. Knowledge of teachers in the Canary Islands <i>Pedro José Carrillo-López y Ana Adela Hernández-Gutiérrez.....</i>	283
Teacher digital competence of teachers in initial training of chilean public universities <i>Juan Silva, Cristian Cerda, María Rosa Fernández-Sánchez. Miriam León....</i>	301

Diseño y validación de una rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RubeSTEM)

David AGUILERA
Araceli GARCÍA-YEGUAS
Francisco Javier PERALES-PALACIOS
José Miguel VÍLCHEZ-GONZÁLEZ

Datos de contacto:

David Aguilera Morales
Universidad Isabel I
david.aguilera7939@ui1.es

Araceli García Yeguas
Universidad de Granada
araceligv@ugr.es

Francisco Javier Perales Palacios
Universidad de Granada
fperales@ugr.es

José Miguel Vílchez-González
Universidad de Granada
jmvilchez@ugr.es

Recibido: 01/12/2021
Aceptado: 12/04/2022

RESUMEN

En este artículo se plantean dos objetivos: (1) el diseño, desarrollo y validación de una rúbrica para evaluar la calidad de propuestas didácticas STEM; y (2) su aplicación en las producciones de una muestra de estudiantes del Grado de Primaria. Para ello, se parte de un marco teórico que expone los antecedentes y nuestro posicionamiento ante la temática STEM, revisando asimismo otras investigaciones relacionadas con nuestros objetivos. A continuación, se sigue un proceso de validación de contenido por expertos, aplicándose la rúbrica obtenida (RubeSTEM) a una muestra de 26 trabajos grupales de estudiantes que habían recibido una formación previa. Los resultados incluyen los estadísticos descriptivos de la evaluación de las propuestas a partir de los indicadores de RubeSTEM y, mediante un análisis cualitativo, se extraen las dificultades que presentan cierta recurrencia cuando los estudiantes se enfrentan al reto de diseñar una propuesta STEM. Solo una mínima parte de las propuestas reúnen unos requisitos aceptables. A partir de ahí se esbozan algunas hipótesis explicativas de las dificultades halladas, proponiendo unas iniciativas que creemos necesarias para dar respuesta a estos resultados y que se centran fundamentalmente en la formación inicial y permanente del profesorado.

PALABRAS CLAVE: Educación STEM; formación de maestros; rúbrica; evaluación; enseñanza de las ciencias.

Design and validation of a rubric for the evaluation of STEM teaching proposals (RubeSTEM)

ABSTRACT

This article had two main objectives: (1) the design, development and validation of a rubric to evaluate the quality of didactic proposals with a STEM approach; and (2) its application in a sample of training teachers' productions. To do this, we start from a theoretical framework that shows the antecedents and our positioning in the STEM issue, also reviewing other research related to the previous objectives. For this, a content and expert validation process was followed, applying the rubric thus obtained (RubeSTEM) to a sample of 26 group assignments of students who had followed a previous training period. The analysis of the results obtained includes the descriptive statistics of the evaluation of the proposals based on the RubeSTEM indicators and, through a qualitative analysis, a series of difficulties were extracted that presented a certain recurrence when the students faced the challenge of designing a didactic proposal based on the STEM approach. From there we outline some possible explanatory hypotheses for these difficulties. It is noteworthy that only a minimal part of the proposals meets acceptable requirements, finally proposing some initiatives that we believe are necessary to respond to these results and that focus mainly on teacher training (initial and continuous).

KEYWORDS: STEM education; teacher training; rubric; assessment; science education.

Introducción

Hasta hace pocos años, cuando se utilizaba el término STEM se comenzaba recordando el significado del acrónimo y relatando su surgimiento y evolución hasta llegar al ámbito educativo. Además, se iba presentando bajo otros acrónimos que surgían de añadirle letras (p. ej. STEAM, STREAM, STEMM, D-STEM, etc.). Ello nos llevó a plantearnos la necesidad de adoptar un posicionamiento antes de planificar y evaluar propuestas educativas STEM, propósito principal de este artículo.

Desde sus inicios se ha investigado y escrito mucho sobre STEM, por lo que no se hace necesario definirlo. Incluso la recientemente aprobada LOMLOE usa el acrónimo para una de las competencias clave de la educación obligatoria.

Pese a que el término es bien conocido, no lo es el modo de planificar y evaluar diseños bajo el enfoque STEM. Ni siquiera se ha alcanzado consenso sobre qué debe cumplir una propuesta didáctica para ser considerada STEM, además de haberse investigado escasamente sobre los beneficios que pueda tener para el alumnado.

Queda pues mucho por hacer. Aunque la educación STEM tenga detractores, se prevé que conviviremos con ella durante un largo tiempo. De ahí la conveniencia de incluirla en la formación docente y de seguir investigando sobre su diseño y su repercusión en el aprendizaje (Toma y Retana-Alvarado, 2021).

Un primer paso, una vez posicionados ante la educación STEM, es el de evaluar

propuestas que se diseñen bajo este enfoque. Así nos planteamos la siguiente pregunta de investigación:

¿Qué índices de calidad y ajuste al enfoque STEM alcanzan las propuestas didácticas de estudiantes del Grado de Educación Primaria tras participar en un programa formativo al efecto?

Para darle respuesta, pretendemos cubrir los siguientes objetivos:

- Diseñar, desarrollar y validar una rúbrica para evaluar la calidad de una propuesta didáctica de acuerdo a las características del enfoque STEM.
- Identificar, mediante la aplicación de la rúbrica, las dificultades que muestran los estudiantes para el diseño de propuestas basadas en este enfoque.

Qué entendemos por educación STEM

Desde sus comienzos, algunas de las principales críticas recibidas destacaban que muchas de las propuestas innovadoras que decían ser STEM eran muy similares, si no iguales, a las de siempre (Toma & García-Carmona, 2021). De ahí que en ocasiones se haya defendido que solo era un término de moda que se utilizaba para llamar la atención o para obtener financiación (Akerson et al., 2018; García-Carmona, 2020). Pero, deslizándose entre las críticas, la educación STEM está adquiriendo cada vez más protagonismo.

En los momentos en los que parecía que todo era STEM vimos necesario detenernos a pensar en a qué nos referíamos cuando hablábamos de educación STEM, y de ahí surgió nuestro primer trabajo (Martín-Páez et al., 2019). Pudimos concluir, entre otras consideraciones, inconsistencia en cuanto a la definición de educación STEM, así como en el nivel de integración de las disciplinas. Se hacía necesario, pues, definir un marco teórico que dilucidara las características definitorias del enfoque STEM.

Para ello se llevó a cabo una revisión bibliográfica centrada, entre otras dimensiones, en la definición de educación STEM, los objetivos de este enfoque educativo y la integración de las disciplinas. Las conclusiones se sustentaron en el análisis de los seis trabajos publicados entre 1990 y 2019 que proponían un marco teórico o modelo para la educación STEM (Aguilera, Lupiáñez, Vílchez et al., 2021a). Cabe destacar que el primero de ellos fue publicado casi 20 años después del comienzo del movimiento STEM.

En cuanto a la definición de educación STEM, adoptamos la siguiente:

“Enfoque educativo que integra conocimientos y/o habilidades de las cuatro disciplinas implicadas en el acrónimo, orientado a la resolución de problemas y contextualizado en situaciones con diferentes niveles de realidad y autenticidad”.

Quizá el aspecto más controvertido de esta definición sea el de las disciplinas a contemplar en una experiencia educativa STEM. En los modelos analizados no hay coincidencia en ello, lo que en nuestra opinión puede estar contribuyendo a que cualquiera relacionada únicamente con una de las disciplinas pueda etiquetarse como “STEM”. De ahí que defendamos que la concepción más adecuada es aquella que respeta la inclusión integrada de las cuatro y asume que la implementación de la educación STEM no es universal ni generalizable.

Otra cuestión a decidir sería el rol que ocupa cada disciplina, lo que influirá en lo

que más adelante llamaremos prácticas STEM y que se relaciona con la naturaleza de aquellas. En este sentido, coincidimos con Akerson et al. (2018) en que STEM carece de una naturaleza propia. No podemos, pues, enseñar o aprender STEM, sino contribuir a un aprendizaje de las disciplinas STEM bajo un enfoque educativo integrador que, además de atender a los contenidos disciplinares, ha de ofrecer visiones de las disciplinas acordes con sus respectivas naturalezas.

En relación con los objetivos de la educación STEM, podemos otorgarle una doble finalidad: política y educativa; esta última con una doble perspectiva, social y académica. Además, los objetivos educativos guardan relación con las implicaciones de la alfabetización STEM (ver tabla 1).

Tabla 1

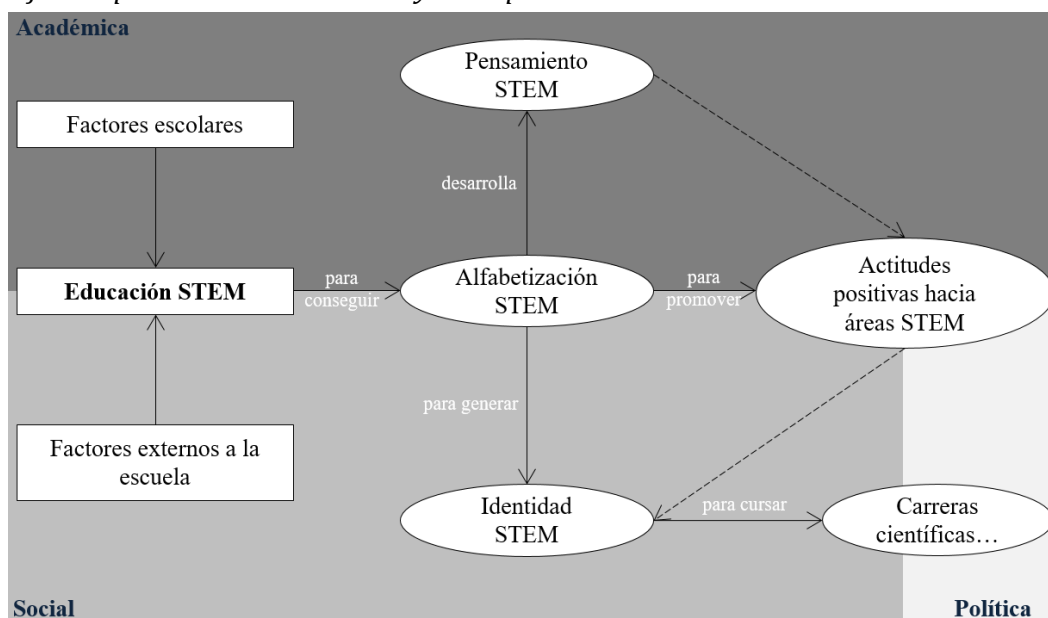
Relación entre la alfabetización STEM y los objetivos del enfoque STEM

Implicaciones de la alfabetización STEM (Bybee, 2010)	Objetivos para la educación STEM
<ul style="list-style-type: none"> Involucrarse en temas relacionados con Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas como ciudadanos comprometidos, activos y críticos. 	<ul style="list-style-type: none"> Desarrollar estudiantes capaces de participar críticamente en un mundo altamente tecnológico y globalizado (Chu et al., 2019; Kim, 2016; Quigley et al., 2017).
<ul style="list-style-type: none"> Reconocer cómo las disciplinas STEM dan forma a nuestro mundo material, intelectual y cultural. 	<ul style="list-style-type: none"> Introducir en las escuelas las habilidades y los conocimientos que son cada vez más importantes para las necesidades sociales actuales (Basham et al., 2010; Quigley et al., 2017).
<ul style="list-style-type: none"> Gestionar el conocimiento científico, tecnológico, de ingeniería y matemático para identificar problemas. Adquirir nuevos conocimientos, fruto de la integración, y aplicarlos a la resolución de problemas. Comprender los rasgos característicos de la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas. 	<ul style="list-style-type: none"> Despertar interés hacia estas disciplinas (Chu et al., 2019). Comprender y aplicar de manera integrada la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería y las Matemáticas (Tsai et al., 2018). Mejorar el rendimiento de los estudiantes en Ciencias, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (Basham et al., 2010).

Vistas estas relaciones, podemos sintetizar los objetivos educativos de la educación STEM en: (1) desarrollar la alfabetización STEM; y (2) promover actitudes positivas hacia las disciplinas implicadas. Estos objetivos, relacionados entre sí, repercuten en los ámbitos académico, social y político (ver figura 1, Aguilera, Lupiáñez, Perales et al., 2021).

Figura 1

Objetivos para la educación STEM y sus repercusiones



Por último, desde nuestro posicionamiento el enfoque STEM podría implementarse conforme a los niveles de integración disciplinar mostrados en la tabla 2 (Aguilera, Lupiáñez, Vílchez et al., 2021b), siempre supeditados al nivel de alfabetización STEM del alumnado.

Tabla 2

Niveles de integración disciplinar

Integración	Descripción
Anidada	<ul style="list-style-type: none"> • Cada disciplina tiene sus propios objetivos. • Una de ellas domina sobre las demás. • Se explicitan los vínculos entre las disciplinas y la sociedad.
Multidisciplinar	<ul style="list-style-type: none"> • Cada disciplina tiene sus propios objetivos. • Todas son igualmente relevantes. • Se explicitan los vínculos entre las disciplinas y la sociedad.
Interdisciplinar	<ul style="list-style-type: none"> • Los objetivos de aprendizaje trascienden las disciplinas individuales pues involucran varias de ellas. • Predominantemente se orientan al currículo.
Transdisciplinar	<ul style="list-style-type: none"> • Los objetivos de aprendizaje trascienden las disciplinas individuales. • Se enfocan en el problema, preferiblemente del mundo real. • Están orientados hacia las implicaciones sociales.

En Educación Infantil sería más recomendable elegir situaciones problemáticas sencillas que permitan mostrar al alumnado la repercusión de las disciplinas STEM en la sociedad, de modo que la comprensión de aquella signifique el preámbulo de la implementación de un enfoque STEM en las etapas posteriores, lo que realizado de un modo paulatino invitaría a optar por un grado de integración anidado o multidisciplinar en el caso de la Educación Primaria. Ambos modos de integración se caracterizan por explicitar los vínculos existentes entre las disciplinas implicadas en la tarea (Gresnigt et al., 2014). En esta etapa inicial el docente es indispensable, pues será el encargado de visibilizar las conexiones entre disciplinas y, paralelamente, sus repercusiones sociales.

En la Educación Secundaria y universitaria el docente podría adoptar un rol menos relevante, pues el alumnado tendría experiencia con este enfoque y la adquisición de la alfabetización STEM ya estaría iniciada. Por tanto, en estas etapas podría optarse por una integración interdisciplinar o transdisciplinar, que deja en manos del alumnado la identificación de los vínculos entre disciplinas y la aplicación integrada de sus conocimientos para resolver las situaciones planteadas.

Otra cuestión a tratar sería el equilibrio entre las disciplinas, lo que ha surgido como un problema relevante en este campo (English, 2016). No consideramos un inconveniente que alguna/s resulten dominantes, entendiendo por ello que se les asocien más objetivos o contenidos. El problema sería otorgar un rol subsidiario a alguna de ellas.

Lo expuesto hasta el momento es parte de nuestro posicionamiento ante la educación STEM, y un punto de partida para la elaboración de un modelo a partir de referentes generales como la Teoría General de Sistemas (Bertalanffy, 1976) y el “Model of Educational Reconstructuion” (MER) (Duit, 2007; Duit et al., 2012). Nuestra intención es construir un modelo que integre las perspectivas ontológica, epistemológica (de cada disciplina) y metodológica de este enfoque educativo (Ortiz-Revilla et al., 2021).

El diseño y evaluación de propuestas STEM

A pesar de las incógnitas que desde su origen permanecen sin resolver respecto a la naturaleza e implicaciones del movimiento STEM (Williams, 2011), una vez aceptada su difusión y progresiva implementación en distintas zonas del planeta, resulta ineludible elaborar herramientas que garanticen el cumplimiento de unos estándares para las propuestas que como tal se denominen. Por una parte, se ha de garantizar que se habla realmente de STEM (Martín-Páez et al., 2019) y, por otra, debemos disponer de rúbricas que permitan entrever su calidad educativa.

El concepto de evaluación utilizado en la literatura educativa referido al movimiento STEM se circunscribe, casi en exclusividad, a los resultados que genera en términos de aprendizaje (p. ej., Corlu, & Aydin, 2016). Si bien ese paso es necesario para calibrar el alcance de los posibles beneficios para la sociedad, no lo es menos el poder

evaluar los diseños generados bajo el paraguas STEM. El lograrlo permitiría disponer de unos requisitos mínimos que favorecieran la innovación educativa y la replicación en distintos ámbitos.

A esta tarea se ha dedicado una escasa investigación, exceptuando algunos trabajos como los de Domènech-Casal et al. (2019) y Pérez-Torres et al. (2021). De ahí la necesidad de progresar en el consenso de rúbricas que sirvan de orientación para el diseño de proyectos y para evaluar los ya implementados.

Si nos centramos en las dimensiones que debiera incluir un proyecto STEM, Trevallion y Trevallion (2020) consideran siete: habilidades STEM; “ideación”; investigación; comunicación; “prototipación”; evaluación; y fabricación de la solución final. Por su parte, Tsai et al. (2018) utilizaron un modelo de aprendizaje iSTEM (i de imaginación) dividido en seis etapas: exploración, iniciación, desarrollo, alternativa, enlaces y presentación. En cada etapa se plantearon preguntas motivadoras como guía para la exploración y la resolución de problemas con el fin de integrar la teoría y la práctica, adoptando además la estrategia mixta de aprendizaje cooperativo.

En cuanto a la evaluación de los proyectos, Chen et al. (2018) la hicieron sobre cursos STEM online de nivel universitario a través de una encuesta masiva a los estudiantes. Encontraron que sus percepciones de aprendizaje y satisfacción se correlacionaban con las de la eficacia de elementos de diseño específicos, como las actividades de aprendizaje activo, las estrategias de participación interactiva y el diseño sólido de la fase de evaluación.

Por su parte, Estévez-Mauriz y Baelo (2021) elaboraron una rúbrica para evaluar proyectos a partir de las siguientes dimensiones: integración curricular, formación docente, infraestructura y equipamiento, cultura escolar, y gestión y organización, con sus correspondientes indicadores, grados de desarrollo y puntuaciones. Dichas dimensiones poseen una naturaleza estructural o externa, por un lado, y de carácter interno por otro (integración curricular y cultura escolar).

En una línea similar, Domènech-Casal et al. (2019), con proyectos diseñados por docentes de Secundaria, establecieron los siguientes componentes (de carácter interno): contexto, conflicto, discurso, contenidos, apertura e interdisciplinariedad. También referido al diseño de cursos STEM para el profesorado de Secundaria, Lesseig et al. (2016) llevaron a cabo un proceso de evaluación continua, identificando tres categorías de desafíos: pedagógicos, curriculares y estructurales.

Por último, con una orientación más próxima a la de este trabajo, Shah et al. (2018) diseñaron y validaron una rúbrica de “dimensiones del éxito”, que define doce componentes clave de la programación STEM agrupadas en cuatro dominios: características del entorno de aprendizaje; participación en la actividad; conocimiento y prácticas STEM; y desarrollo juvenil en STEM. Esta combina categorías externas e internas al proyecto.

Este es el panorama en el que pretendemos elaborar una rúbrica para evaluar la calidad de propuestas STEM. En los apartados siguientes se muestra el proceso de construcción y validación, así como los resultados de su aplicación a propuestas

elaboradas por estudiantes del Grado de Educación Primaria.

Método

Nuestra Rúbrica para la evaluación de propuestas didácticas STEM (RubeSTEM) toma como referencia la desarrollada por Pérez-Torres et al. (2021), avalada por un panel de 20 expertos. El proceso que emplearon dio lugar a la Rúbrica STEM ABP, estructurada a partir de tres preguntas clave (para qué, qué y cómo) y siete dimensiones concretadas en 21 indicadores con cuatro niveles de logro.

Tras identificar el instrumento de referencia y revisar la literatura, iniciamos un proceso de análisis para identificar puntos de mejora y de ajuste al enfoque STEM. Aquel se dividió en dos momentos: (1) análisis independiente desde los fundamentos teóricos adoptados sobre la educación STEM; y (2) puesta en común y análisis conjunto del primer instrumento. Se identificaron tres aspectos de mejora:

1. Contemplar la educación STEM desde otras metodologías, sin restringirla al aprendizaje basado en proyectos.

2. Atender nuestro posicionamiento del enfoque STEM.

3. Establecer prácticas STEM de las cuatro disciplinas, en lugar de centradas en ciencia y tecnología.

Finalizado el análisis preliminar, se inició el proceso de desarrollo de RubeSTEM (Figura 2), que constó de tres fases: (1) adaptación del instrumento de referencia; (2) validación de contenido por juicio de expertos; y (3) testeo.

Fase 1: Adaptación del instrumento

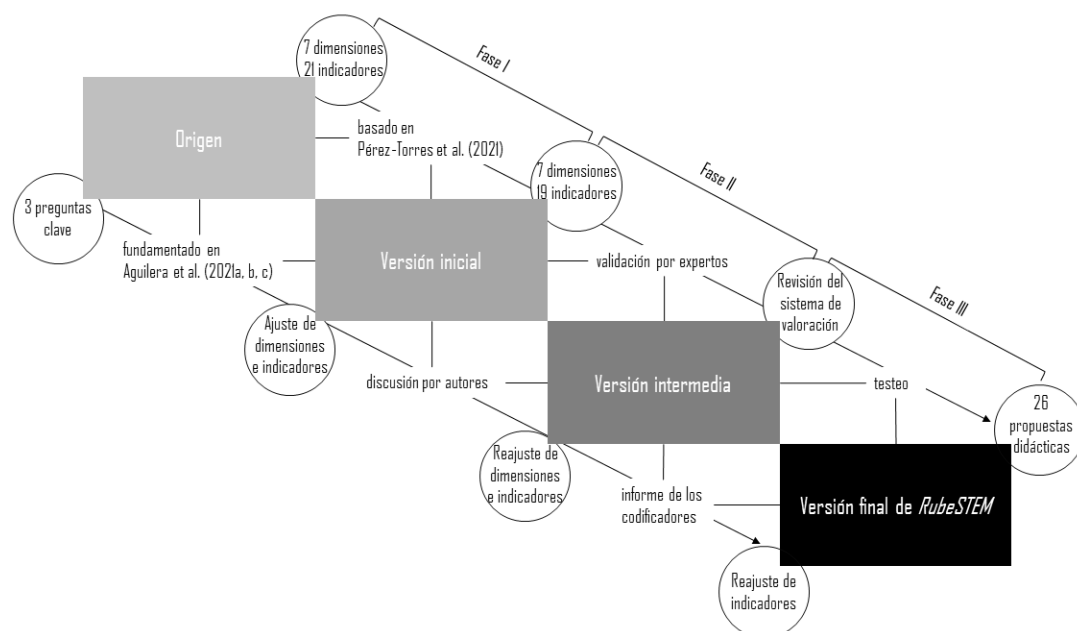
La estructura de la rúbrica de Pérez-Torres et al. (2021) es consistente y, a nuestro parecer, acertada. Por tanto, decidimos darle continuidad en RubeSTEM (Anexo 1) aplicando modificaciones menores dirigidas por los aspectos de mejora recién mencionados.

Posteriormente, se acometió la adaptación de los indicadores y los niveles de logro (ver tabla 3). Ello consistió, principalmente, en ajustar dichos elementos a las características de la educación STEM. Además, se adoptó un rango 0-3 (en vías de desarrollo, básico, avanzado y sofisticado).

Los cambios sugeridos supusieron modificaciones menores en la redacción de los niveles de logro y dos modificaciones sustanciales: (1) el indicador «finalidades de la enseñanza» pasó a denominarse «finalidades de la educación STEM», lo que implicó la consideración de nuevos niveles de logro (Domènech-Casal, 2019; Aguilera, Lupiáñez, Perales et al., 2021); y (2) el sistema de valoración fue perfeccionado.

Figura 2

Proceso de desarrollo de RubeSTEM



Fase 2: Validación de contenido

En esta fase, dos expertos valoraron RubeSTEM. Se seleccionaron atendiendo a: (1) su experiencia profesional en Educación Infantil, Primaria o Secundaria; y (2) la presencia de la educación STEM en sus líneas de investigación actuales. Su experiencia docente media era de ocho años y acumulaban una media de 11 publicaciones sobre educación STEM en los últimos cinco años.

Para la valoración se centraron en los indicadores (pertinencia) y sus niveles de logro (coherencia, contenido y redacción). Se utilizó una escala Likert (1 a 5), obteniendo puntuaciones medias iguales o superiores a 3 en todos los criterios e indicadores. Además, se les pidieron propuestas de mejora y observaciones sobre el sistema de valoración.

Tabla 3

Comparativa entre la Rúbrica STEM ABP y la versión inicial de RubeSTEM

Indicadores de la Rúbrica STEM ABP	Actuaciones	Indicadores iniciales de RubeSTEM
Finalidades de aprendizaje	Adaptado	Finalidades de aprendizaje
Finalidades didácticas	Adaptado	Finalidades de enseñanza
Reto del proyecto	Adaptado	Problema/reto de la propuesta

Indicadores de la Rúbrica STEM ABP	Actuaciones	Indicadores iniciales de RubeSTEM
Selección y profundidad de contenidos teóricos		
Selección y profundidad de contenidos procedimental-epistémicos	Agrupados y adaptados	Selección y profundidad de contenidos (conceptuales, procedimentales y/o actitudinales)
Selección y profundidad de contenidos actitudinales y valores		
Integración de conocimientos entre asignaturas	Adaptado	Integración disciplinar
Despliegue de la acción	Adaptado	Despliegue de la acción
Ámbito de realización e impacto social	Adaptado	Ámbito de realización e impacto social
Apertura del producto	Suprimido	-
Argumentación	Adaptado	Argumentación
Indagación	Adaptado	Indagación
Modelización	Adaptado	Modelización
Prácticas ingenieras	Adaptado	Diseño
Uso de recursos TIC	Reemplazado	Evaluación del impacto
Relevancia	Adaptado	Relevancia
Significatividad científica	Suprimido	-
Autenticidad	Adaptado	Autenticidad
Evaluación del proceso	Adaptado	Evaluación del proceso
Evaluación del resultado	Adaptado	Evaluación del resultado
Regulación del trabajo cooperativo (alumnado)	Adaptado	Regulación del trabajo cooperativo (alumnado)
-	Incluido	Colaboración docente
-	Incluido	Agentes externos

Finalmente, los niveles de logro quedaron como se muestra en el Anexo 2, y el sistema de valoración, con dos niveles (ver tabla 4):

- Teórico. Formado por la dimensión «para qué», que contiene tres indicadores que permiten determinar si la propuesta se ajusta al enfoque STEM.
- Práctico. Contiene las dimensiones «qué» y «cómo», con 16 indicadores que nos permiten valorar la calidad del diseño.

Tabla 4

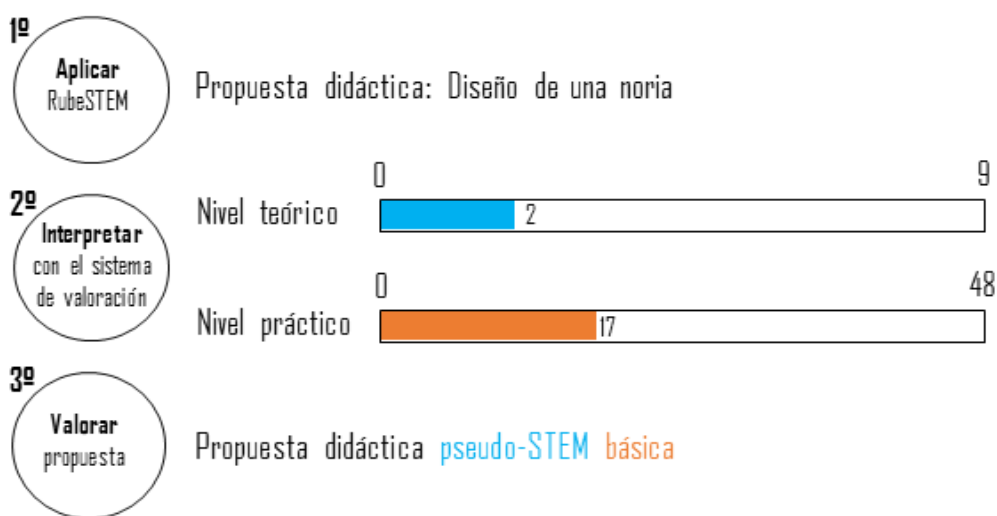
Sistema de valoración de RubeSTEM

Dimensiones	Valores	Descriptor	Nivel
Para qué	0-4	Propuesta pseudo-STEM	Teórico
	5-9	Propuesta STEM	
Qué Cómo	0-15	En vías de desarrollo	Práctico
	16-31	Básica	
	32-47	Avanzada	
	48	Sofisticada	

La figura 3 muestra un ejemplo de valoración de una propuesta.

Figura 3

Ejemplo de valoración con RubeSTEM



Fase 3: Testeo

Esta última fase implicó la aplicación de RubeSTEM a una muestra de 26 propuestas diseñadas por estudiantes del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Granada. Participaron un total de 145 estudiantes (56.6% mujeres) de tercer curso, que recibieron un breve programa formativo sobre el enfoque STEM en la asignatura Didáctica de las Ciencias Experimentales I, curso 19-20 (ver tabla 5). Aquel se implementó de acuerdo a las directrices del aprendizaje cooperativo (Johnson et al., 1999), conformándose desde el inicio equipos de trabajo de cuatro a seis estudiantes.

Tabla 5*Programa formativo sobre educación STEM*

Formación	Sesiones (1h)	Actuaciones (profesorado)	Tareas (alumnado)
Teórica	1	<ul style="list-style-type: none"> Identificar ideas previas sobre el enfoque STEM. Conceptualizar la educación STEM. Ofrecer ejemplos de propuestas STEM y pseudo-STEM. 	<ul style="list-style-type: none"> Responder a la pregunta ¿Qué es la educación STEM? (Dare et al., 2019). Determinar el ajuste de varias propuestas al enfoque STEM.
Práctica (experiencial)	2	<ul style="list-style-type: none"> Implementar una propuesta STEM a fin de proveer un referente al estudiantado. 	<ul style="list-style-type: none"> Realizar el proyecto «Semáforos limpios». Una propuesta STEM cuyo objetivo final contemplaba la elaboración de un informe técnico para que los semáforos del Camino de Ronda (Granada) fueran abastecidos por energía eléctrica de fuentes renovables.
	3	<ul style="list-style-type: none"> Visibilizar los contenidos involucrados, las relaciones disciplinares, así como aquellos aspectos didácticos relevantes. 	
	4	<ul style="list-style-type: none"> Cooperar con un agente externo¹. 	
Práctica (aplicación)	5 6 7	<ul style="list-style-type: none"> Ofrecer una guía para el diseño de propuestas STEM. 	<ul style="list-style-type: none"> Diseñar una propuesta basada en el enfoque STEM.

Conviene puntualizar que: (1) el referente provisto al alumnado fue valorado como una propuesta didáctica STEM avanzada (Figura 4); y (2) en la última parte el profesorado únicamente resolvió dudas muy concretas a fin de evitar interferir en los resultados. Antes de iniciar el diseño, todos los equipos de trabajo recibieron una guía breve con aspectos a tener en cuenta.

Se obtuvieron finalmente 33 propuestas que fueron sometidas a un análisis previo y siete (21%) se desestimaron por falta de rigor en su desarrollo.

Análisis de resultados

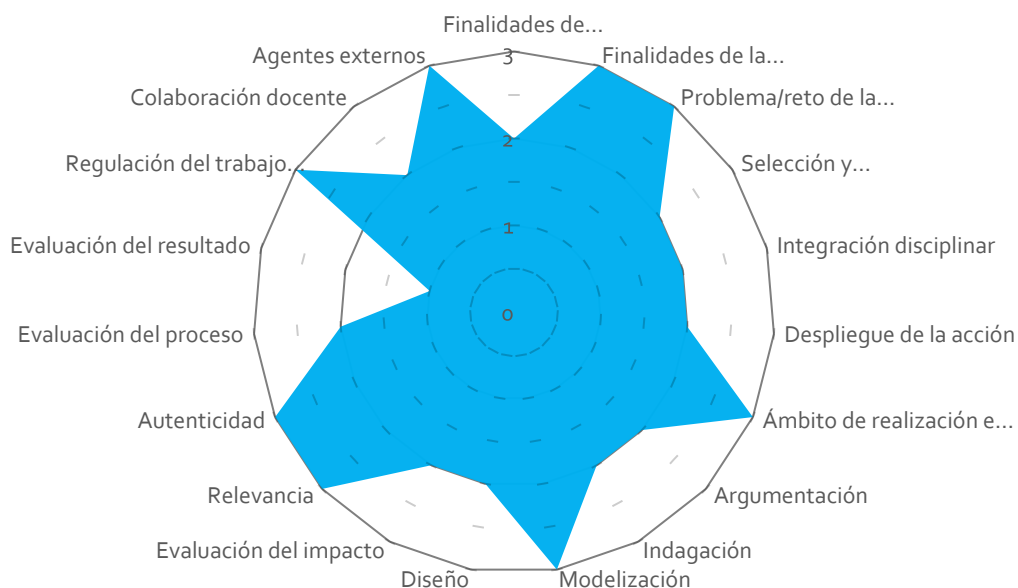
El análisis de los datos se desarrolló de forma secuencial. Primero, se realizó un análisis del contenido (cualitativo), en el que las categorías de análisis se correspondieron con los indicadores de RubeSTEM. Una vez identificada la información relacionada con cada aspecto objeto de evaluación, se procedió a valorar cada indicador conforme a los niveles establecidos (cuantitativo). Así, se ha realizado

¹ Se contó con la colaboración de un ingeniero industrial para: (1) diseñar la propuesta «Semáforos limpios»; y (2) implementarla en el aula, realizando labores de asesoramiento.

un análisis estadístico descriptivo de los datos a partir de la media, desviación típica (D.T.) y los valores mínimo y máximo de cada indicador. También se ha calculado el coeficiente r de Spearman a fin de valorar la correlación entre la calidad teórica y práctica de las propuestas. El software empleado para el análisis fue SPSS v. 25.

Figura 4

Evaluación mediante RubeSTEM del referente práctico provisto al alumnado



En la tabla 6 se muestran los estadísticos descriptivos de la evaluación de las propuestas; se complementan con la Figura 5.

Tabla 6

Estadísticos descriptivos de los indicadores de RubeSTEM (n = 26)

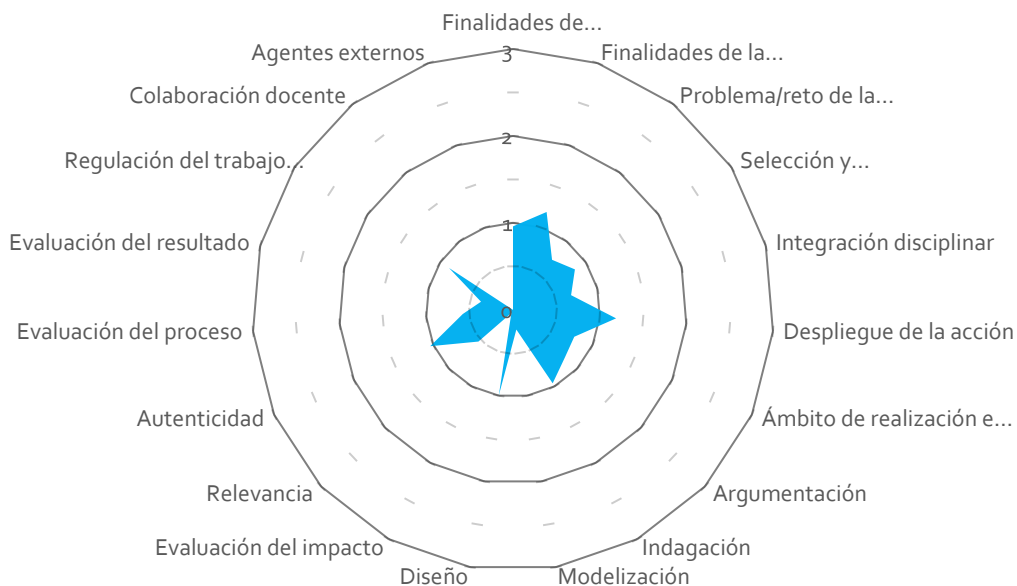
Indicadores	Media	D.T.*	Mínimo	Máximo
Finalidades de aprendizaje	0.96	0.60	0	2
Finalidades de la educación STEM	1.19	0.49	0	2
Problema/reto de la propuesta	0.73	0.78	0	2
Selección y profundidad de los contenidos	0.85	0.68	0	2
Integración disciplinar	0.69	0.55	0	2
Despliegue de la acción	1.19	0.49	0	2
Ámbito de realización e impacto social	0.77	0.82	0	3
Argumentación	0.81	0.57	0	2
Indagación	0.96	0.72	0	2
Modelización	0.23	0.51	0	2

Indicadores	Media	D.T.*	Mínimo	Máximo
Diseño	1	0.28	0	2
Evaluación del impacto	0.04	0.19	0	1
Relevancia	0.54	0.51	0	1
Autenticidad	1.04	0.87	0	2
Evaluación del proceso	0.58	0.70	0	2
Evaluación del resultado	0.38	0.50	0	1
Regulación del trabajo cooperativo	0.88	0.82	0	3
Colaboración docente	0	0	0	0
Agentes externos	0	0	0	0

*esviación Típica

Figura 5

Impacto del programa formativo sobre la calidad de las propuestas diseñadas



A partir de estos resultados, junto con un análisis más exhaustivo del contenido, se han extraído una serie de dificultades que presentan cierta recurrencia cuando los estudiantes se enfrentan al reto de diseñar una propuesta didáctica basada en el enfoque STEM:

1. Experimentan dificultades para plantear una situación problemática compleja y abierta. En el 46% de las propuestas contemplan situaciones cuya resolución requiere tareas meramente reproductivas, con la intención de limitar el margen de improvisación. Así, en la mayoría de los trabajos identifican un problema, por ejemplo

“el reciclaje y sus necesidades”; sin embargo, no elaboran una propuesta de forma problematizada que luego pudieran desarrollar con su alumnado de Primaria.

2. A menudo abordan los contenidos desde una perspectiva disciplinar aislada (31%) o multidisciplinar (62%). Ello evidencia dificultades para plantear objetivos de aprendizaje que propicien una integración inter o transdisciplinar. Las propuestas contienen un apartado en el que se indican los contenidos que se van a tratar. Suelen dividirlos en matemáticas, ciencias, tecnología e ingeniería. Sin embargo, cuando definen la secuencia didáctica no desarrollan todos los contenidos de este apartado. Por ejemplo, en una de las propuestas se plantea la creación de una maqueta del Sistema Solar (ciencia), y posteriormente indican que el alumnado tendrá que hacer la maqueta a escala (matemáticas), midiendo las distancias. Sin embargo, no contemplan la ingeniería (quizás consideran que construir la maqueta incluye el área). Además, para tratar la tecnología deciden usar un robot programable para que siga las órbitas de los planetas (a modo de “extra”).

3. Aparecen confusiones a la hora de asignar los contenidos a las disciplinas STEM (58%), lo que se podría atribuir al escaso conocimiento de las mismas. Principalmente ocurre con los contenidos de ciencias, de tecnología y de ingeniería. Igualmente, en el 96% de las propuestas los contenidos matemáticos fueron escasos y desempeñaron un rol subsidiario. Así, algunas propuestas detallan contenidos de varias áreas STEM, y sin embargo solo trabajan con una de ellas. Como ejemplo, el de una propuesta en el que indican que: “Con este proyecto a través de experimentos científicos pretendemos que los alumnos se involucren en el aprendizaje de sucesos de la vida real.” Sin embargo, aparte de no problematizar la temática, a lo largo de la propuesta se ciñen a trabajar solamente el área de ciencias sin implicar al resto de las disciplinas STEM.

Además, solo cuatro propuestas alcanzaron a nivel teórico un ajuste al enfoque STEM, tres de las cuales se consideran básicas (lo máximo alcanzado) a nivel práctico. Desde una perspectiva más general, se identifica una correlación moderada entre los niveles teórico y práctico (ver tabla 7). Así, podría establecerse que:

1. Pese a recibir una formación teórico-práctica de cuatro horas previa al diseño de las propuestas, los estudiantes no logran, en su mayoría (85% de los equipos), ajustarse a las características de la educación STEM.

2. Cuanto mejor es el planteamiento teórico de la propuesta STEM, su desarrollo didáctico es de mayor calidad ($r = .676$; $p < .01$).

Tabla 7

Estadísticos descriptivos de las valoraciones finales (n = 26)

Descriptor	Frecuencias	Nivel	r Spearman
Propuestas pseudo-STEM	22(85%)	Teórico	.676**
Propuestas STEM	4(15%)		
En vías de desarrollo	23(89%)	Práctico	
Básica	3(11%)		
Avanzada	0		
Sofisticada	0		

** $p < .01$

Llegados a este punto, los resultados ponen de manifiesto, al menos en nuestro contexto de formación inicial del profesorado de Primaria y con las limitaciones de tratarse de una muestra reducida, las dificultades de implementar currículos STEM con unas mínimas garantías de coherencia con los principios asumidos para este enfoque educativo. Con ello nos reafirmamos en la hipótesis de que uno de los elementos clave para una implementación futura de STEM radica en una adecuada formación del profesorado. Dichas dificultades ya han sido detectadas por otros autores (Toma & Retana-Alvarado, 2021; Domènech-Casal et al., 2019).

Podemos avanzar que el origen de dichas dificultades puede deberse, entre otras posibles causas, a:

- La inexperiencia previa o la insuficiente formación STEM de los estudiantes que acceden y cursan los Grados de Primaria.
- Conectado con lo anterior, el escaso dominio o conocimiento de la naturaleza de las disciplinas STEM.
- La novedad de un planteamiento como el presente, algo inhabitual en su formación previa, que, a pesar de los intentos de renovación pedagógica promovidos por los currículos oficiales, escasamente se traducen en las aulas en planteamientos activos como la indagación o el ABP.

Conclusiones

Recordemos los objetivos planteados inicialmente: (1) el diseño, desarrollo y validación de una rúbrica para evaluar la calidad de propuestas didácticas STEM; y (2) su aplicación en las producciones de una muestra de estudiantes del Grado de Primaria. Ambos desembocaron en determinar los índices de calidad y el ajuste al enfoque STEM que alcanzan las propuestas didácticas diseñadas por estudiantes del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Granada tras participar en un programa formativo sobre educación STEM. Para ello, tras una revisión de la literatura y partiendo de un análisis crítico de los referentes más próximos a los propósitos del trabajo, se ha diseñado la rúbrica RubeSTEM (Anexos) que, después de ser sometida a un proceso de validación por expertos, se ha aplicado a 26 propuestas didácticas con el fin de identificar dificultades en los diseños.

De las propuestas analizadas, solo cuatro (15%) alcanzan a nivel teórico un ajuste adecuado al enfoque STEM, tres de las cuales se pueden encuadrar en un nivel práctico básico (el máximo alcanzado). Se identifica, en este sentido, una correlación moderada entre los niveles teórico y práctico de las propuestas.

Del análisis de las propuestas se puede concluir que los estudiantes tienen dificultades para:

- Plantear situaciones de partida reales, complejas y abiertas, con implicaciones sociales.
- Contemplar la integración interdisciplinar y transdisciplinar.
- Relacionar contenidos con disciplinas.
- Evitar el rol subsidiario de alguna disciplina, especialmente las matemáticas.

Ello nos lleva a tomar conciencia de los grandes retos que supone la formación inicial y permanente del profesorado para poder asumir en el futuro, con ciertas

garantías, los retos que supone la implementación de STEM en el aula, tal y como plantea la nueva legislación educativa.

Si el futuro de la educación pasa por la elaboración de proyectos que fomenten el desarrollo de competencias (claves, específicas y transversales), lo que se consigue a partir de experiencias inter o transdisciplinares, ¿estará preparado el profesorado para afrontar este reto? Parece que no.

Volvemos a incidir en la necesidad de transformar el sistema educativo desde la formación inicial del profesorado. La experiencia nos está demostrando continuamente que no se puede hacer a “golpe de decreto”, como se intenta desde hace tiempo en nuestro país. Para contribuir a ello, seguiremos trabajando en la elaboración de un modelo didáctico para la educación STEM que guíe el diseño y la evaluación de propuestas didácticas elaboradas bajo este enfoque.

Agradecimientos

- Al Dr. Jairo Ortiz-Revilla y al Dr. Jordi Domènech-Casal, por su contribución al proceso de construcción de la rúbrica.
- A la Junta de Andalucía y al Ministerio de Ciencia e Innovación por la financiación del proyecto SensoDoCiencia (UAL2020-SEJ-D1784; PID2020-116097RB-I00).
- Al Ministerio de Ciencia e Innovación por la financiación de los proyectos PROFESTEM (PGC2018-095765-B-100) y ScixSoc (RTI2018-094303-A-100).

Contribuciones de los autores

La conceptualización se debe principalmente a los doctores Aguilera, Perales y Vílchez. El análisis de las propuestas, al Dr. Aguilera y a la Dra. García. En el resto del artículo han participado por igual todos los autores.

Referencias

- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Perales, F. J., y Vílchez, J. M. (2021). *Objetivos de la educación STEM. Revisión sistemática*. 11º Congreso Internacional sobre Investigación en la Enseñanza de las Ciencias. Lisboa.
- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Vílchez, J. M., y Perales, F. J. (2021a). In search of a long-awaited consensus for STEM education. A framework proposal. En Matthew N. Bowman (Ed.). *Topics in Science Education* (pp. 101-137). Nova Science Publishers (ebook).
- Aguilera, D., Lupiáñez, J. L., Vílchez, J. M., y Perales, F. J. (2021b). In search of a long-awaited consensus on disciplinary integration in STEM education. *Mathematics*, 9, 597. <https://doi.org/10.3390/math9060597>
- Akerson, V. L., Burgess, A., Gerber, A., Guo, M., Khan, T. A., y Newman, S. (2018). Disentangling the meaning of STEM: implications for science education and science teacher education. *Journal of Science Teacher Education*, 29(1), 1-8. <https://doi.org/10.1080/1046560X.2018.1435063>
- Basham, J. D., Israel, M., y Maynard, K. (2010). An ecological model of STEM education: Operationalizing STEM for all. *Journal of Special Education Technology*, 25(3), 9-19. <https://doi.org/10.1177/016264341002500303>

- Bertalanffy, L. V. (1976). General System Theory. Fondo de Cultura Económica.
- Bybee, R. W. (2010). Advancing STEM education: A 2020 vision. *Technology and engineering teacher*, 70(1), 30-35.
- Chen, B., Bastedo, K., y Howard, W. (2018). Exploring design elements for online STEM courses: Active learning, engagement & assessment design. *Online Learning*, 22(2), 59- 75. <https://doi.org/10.24059/olj.v22i2.1369>
- Chu, H. E., Martin, S. N., y Park, J. (2019). A theoretical framework for developing an intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17(7), 1251-1266. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>
- Corlu, M. A., y Aydin, E. (2016). Evaluation of learning gains through integrated STEM projects. *International Journal of Education in Mathematics, Science and Technology*, 4(1), 20-29. <https://doi.org/10.18404/ijemst.35021>
- Dare, E. A., Ring-Whalen, E. A., y Roehrig, G. H. (2019). Creating a continuum of STEM models: Exploring how K-12 science teachers conceptualize STEM education. *International Journal of Science Education*, 41(12), 1701-1720. <https://doi.org/10.1080/09500693.2019.1638531>
- Domènech-Casal, J. (2019). STEM: Oportunidades y retos desde la Enseñanza de las Ciencias. *Revista de Tecnología Educativa*, 1(2), 154-168. <https://doi.org/10.17345/ute.2019.2>
- Domènech-Casal, J., Lope, S., y 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. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2019.v16.i2.2203>
- Duit, R. (2007). Science Education Research Internationally: Conceptions, Research Methods, Domains of Research. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 3(1), 3-15. <https://doi.org/10.12973/ejmste/75369>
- Duit, R., Gropengießer, H., Kattmann, U., Komorek, M., y Parchmann, I. (2012). The model of educational reconstruction – a framework for improving teaching and learning science. En D. Jorde & J. Dillon (Eds.), *Science Education Research and Practice in Europe: Retrospective and Prospective* (pp. 13–37). Sense Publishers.
- English, L. D. (2016). Advancing mathematics education research within a STEM environment. En K. Makar, S. Dole, J. Visnovska, M. Goos, A. Bennison & K. Fry (Eds.), *Research in Mathematics Education in Australasia 2012–2015* (pp. 353–371). Springer.
- Estévez-Mauriz, L., y Baelo, R. (2021). How to Evaluate the STEM Curriculum in Spain? *Mathematics*, 9, 236. <https://doi.org/10.3390/math9030236>
- García-Carmona, A. (2020). STEAM, ¿una nueva distracción para la enseñanza de la ciencia? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 35-50. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6533>
- Gresnigt, R., Taconis, R., Van Keulen, H., Gravemeijer, K., y Baartman, L. (2014). Promoting science and technology in primary education: a review of integrated curricula. *Studies in Science Education*, 50(1), 47-84. <https://doi.org/10.1080/03057267.2013.877694>

- Johnson, D. W., Johnson, R. T., y Holubec, E. J. (1999). *El aprendizaje cooperativo en el aula*. Paidós.
- Kim, P. W. (2016). The Wheel Model of STEAM Education Based on Traditional Korean Scientific Contents. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(9), 2353-2371. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1263a>
- Lesseig, K., Nelson, T. H., Slavit, D., y Seidel, R. A. (2016). Supporting Middle School Teachers' Implementation of STEM Design Challenges. *School Science and Mathematics*, 116(4), 177-188. <https://doi.org/10.1111/ssm.12172>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799– 822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Ortiz-Revilla, J., Sanz-Camarero, R., y Greca, I. M. (2021). Una mirada crítica a los modelos teóricos sobre educación STEAM integrada. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(2), 13-33. <https://doi.org/10.35362/rie8724634>
- Pérez-Torres, M., Couso, D., y Márquez, C. (2021). ¿Cómo diseñar un buen proyecto STEM? Identificación de tensiones en la co-construcción de una rúbrica para su mejora. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1301. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensin divulg cienc.2021.v18.i1.1301>
- Quigley, C. F., Herro, D., y Jamil, F. M. (2017). Developing a conceptual model of STEAM teaching practices. *School Science and Mathematics*, 117(1-2), 1-12. <https://doi.org/10.1111/ssm.12201>
- Shah, A. M., Wylie, C., Gitomer, D., y Noam, G. (2018). Improving STEM program quality in out-of-school-time: Tool development and validation. *Science Education*, 102, 238–259. <https://doi.org/10.1002/sce.21327>
- Toma, R. B., y García-Carmona, A. (2021). "De STEM nos gusta todo menos STEM": análisis crítico de una tendencia educativa de moda. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(1), 65-80. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3093>
- Toma, R. B., y Retana-Alvarado, D. A. (2021). Mejora de las concepciones de maestros en formación de la educación STEM. *Revista Iberoamericana de Educación*, 87(1), 15-33. <https://doi.org/10.35362/rie8714538>
- Trevallion, D., y Trevallion, T. (2020). STEM: Design, Implement and Evaluate. *International Journal of Innovation, Creativity and Change*, 14(8), 1-29.
- Tsai, H. Y., Chung, C. C., y Lou, S. J. (2018). Construction and development of iSTEM learning model. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(1), 15-32. <https://doi.org/10.12973/ejmste/78019>
- Williams, J. (2011). STEM Education: Proceed with caution. *Design and Technology Education: An International Journal*, 16(1), 26-35.

Anexo 1. Estructura de RubeSTEM

Pregunta clave	Dimensión	Definición	Indicadores
¿Para qué?	Finalidades	Propósitos que promueven la realización de la propuesta STEM, que incluyen los objetivos de aprendizaje, los objetivos de enseñanza y los asociados a la problemática abordada.	<ul style="list-style-type: none"> Finalidades de aprendizaje Finalidades de la educación STEM Problema/Reto de la propuesta
¿Qué?	Contenidos	Conjunto de conocimientos (teóricos y prácticos) y actitudes seleccionados; formas de organizarlos e integrarlos en la propuesta.	<ul style="list-style-type: none"> Selección y profundidad de contenidos (conceptuales, procedimentales y/o actitudinales) Integración disciplinar
	Acción	Producto o toma de decisión que se genera en respuesta a la problemática.	<ul style="list-style-type: none"> Despliegue de la acción Ámbito de realización e impacto social
¿Cómo?	Prácticas STEM	Formas de pensar, hacer y comunicar básicas de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas escolares que se fomentan.	<ul style="list-style-type: none"> Argumentación Indagación Modelización Diseño Evaluación del impacto
	Contexto	Hilo conductor que da sentido al problema, así como a los contenidos, prácticas y actitudes que se desarrollan.	<ul style="list-style-type: none"> Relevancia Autenticidad
	Evaluación	Mecanismos de regulación que se usan para guiar el aprendizaje, la realización de la acción y valorar los resultados finales.	<ul style="list-style-type: none"> Evaluación del proceso Evaluación del resultado
	Cooperación	Mecanismos de regulación del trabajo cooperativo entre el alumnado, el profesorado y los agentes externos participantes (museos, centros de investigación, universidades, científicos, ingenieros o cualquier otra persona o entidad ajena a la escuela).	<ul style="list-style-type: none"> Regulación del trabajo cooperativo (alumnado) Colaboración docente Agentes externos

Anexo 2. Concreción de los niveles de logro

Indicadores	Nivel 0 (en vías de adquisición)	Nivel 1 (básico)	Nivel 2 (avanzado)	Nivel 3 (sofisticado)
Finalidades de aprendizaje	Se plantea que el alumnado reconozca contextos relevantes desde el punto de vista social/personal e implique la movilización de conocimientos (conceptuales y/o procedimentales) y/o actitudes de algunos dominios STEM.	Se plantea que el alumnado reconozca contextos relevantes desde el punto de vista social/personal e implique la movilización de conocimientos (conceptuales y/o procedimentales) y/o actitudes de los cuatro dominios STEM.	Se plantea que el alumnado desarrolle su alfabetización STEM (capacidad para identificar, analizar y aplicar conocimientos STEM integrados) a través de una situación problemática compleja. Asimismo, se procura movilizar capacidades transversales como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración o la comunicación.	Se plantea que el alumnado desarrolle su alfabetización STEM, capacitándolo para enjuiciar el impacto de la resolución del problema desde una perspectiva ética y moral, así como para desempeñar una participación activa y crítica como ciudadano y movilizando capacidades transversales como la creatividad, el pensamiento crítico, la colaboración o la comunicación.
Finalidades de la educación STEM	Se obvia la justificación de la propuesta didáctica.	Se justifica la conveniencia de la propuesta didáctica, aunque no se ofrecen argumentos alineados con los objetivos de la educación STEM: (1) Desarrollar la alfabetización STEM del alumnado. (2) Promover actitudes positivas hacia las disciplinas STEM.	Se justifica la conveniencia de la propuesta didáctica, aludiendo a los objetivos de la educación STEM.	Se justifica la conveniencia de la propuesta didáctica, aludiendo a los objetivos de la educación STEM. Además, se atiende a la perspectiva de género, al desarrollo de vocaciones científico-tecnológicas entre el alumnado y/o el desarrollo de valores deseables para una ciudadanía global (ODS).
Problema/reto de la propuesta	Se propone una situación problemática muy estructurada y bien delimitada, a partir de la cual se promueven tareas meramente reproductivas, que limitan la identificación de relaciones disciplinares o implicaciones sociales y moviliza conocimientos de dominios STEM.	Se propone una situación problemática compleja, que implica un trabajo activo y reflexivo a corto-medio plazo, facilitando la identificación de relaciones disciplinares o implicaciones sociales y movilizando conocimientos de dominios STEM.	Se propone una situación problemática compleja apropiada en dificultad, que implica un trabajo activo y reflexivo a medio-largo plazo, facilitando la identificación de relaciones disciplinares o implicaciones sociales y movilizando conocimientos de los cuatro dominios STEM.	Se propone una situación problemática compleja apropiada en dificultad y cuya resolución implica la movilización de conocimientos de los cuatro dominios STEM. La resolución se plantea a medio-largo plazo a fin de favorecer la profundización en la comprensión de la situación (relaciones disciplinares), la adopción de una postura crítica y la toma de decisiones (acción) entre el estudiantado.
Selección y profundidad de contenidos (conceptuales, procedimentales y/o actitudinales)	Se seleccionan contenidos de algunos dominios STEM, organizando un trabajo disciplinar parcializado y aislado.	Se seleccionan contenidos de los cuatro dominios STEM, se organizan de acuerdo a las disciplinas y se abordan atendiendo a una lógica secuencial,	Se seleccionan contenidos de los cuatro dominios STEM, se organizan de acuerdo a las disciplinas y se abordan atendiendo a	Se seleccionan contenidos de los cuatro dominios STEM, se organizan en contenidos clave (elementos integradores), se abordan

Indicadores	Nivel 0 (en vías de adquisición)	Nivel 1 (básico)	Nivel 2 (avanzado)	Nivel 3 (sofisticado)
		descuidando la conexión entre los diferentes contenidos y el nivel de participación de cada dominio.	una lógica secuencial, conectándolos entre sí. Aunque, se sigue descuidando el nivel de participación de cada dominio.	progresivamente conectando los diferentes núcleos de contenidos y se procura equilibrio en el nivel de participación de cada dominio.
Integración disciplinar	Se abordan contenidos de los dominios STEM de forma desconectada o aislada, apareciendo objetivos de aprendizaje independientes para cada dominio STEM.	Se abordan contenidos de los cuatro dominios STEM, aunque están ligados a los objetivos de aprendizaje establecidos para cada una de las disciplinas. Ello da lugar a dos posibles escenarios: (1) la propuesta se focaliza en una de las disciplinas, actuando esta como eje vertebrador e integrador de los contenidos; o (2) la propuesta secuencia el trabajo de acuerdo a los objetivos de aprendizaje establecidos para cada una de las disciplinas STEM, favoreciendo una integración multidisciplinar.	Se abordan contenidos de los cuatro dominios STEM, donde subyacen objetivos de aprendizaje que engloban varias disciplinas STEM (objetivos compartidos). Ello procura que se imbriquen los contenidos, favoreciendo una integración interdisciplinar.	Se abordan contenidos de los cuatro dominios STEM. Estos se identifican a partir de núcleos temáticos amplios que subyacen a la situación problemática y engloban varios dominios STEM. El trabajo se focaliza en la resolución del problema, favoreciendo una integración transdisciplinar.
Despliegue de la acción	Se proponen tareas (acciones) concretas, desconectadas entre sí.	Se proponen una serie de tareas, justificándose cada acción, aunque no quedan cohesionadas entre sí.	Se proponen una serie de tareas bien estructuradas, justificándose cada acción y la relación entre ellas. Así, se percibe un hilo conductor que genera cohesión entre las acciones propuestas.	Se proponen una serie de tareas que cumplen con las especificaciones del nivel 2. Además, se demuestra que el despliegue de la acción se ha puesto en práctica, se ha evaluado y se proponen mejoras.
Ámbito de realización e impacto social	Se dirige al propio grupo-clase. El alumnado es el beneficiario de la resolución del problema, que repercute a nivel individual.	Se dirige a la comunidad escolar (profesores, alumnado de otros cursos, etc.). El impacto queda recluso en el recinto escolar.	Se dirige a la comunidad del entorno escolar (incluyendo familias, vecinos del barrio, etc.). El impacto trasciende al recinto escolar.	Se dirige a una comunidad social amplia (pueblo, ciudad...). Se sustenta en una (o varias) colaboración externa y genera un impacto sostenido en el tiempo.
Argumentación	Se promueven pocos espacios de argumentación o se limitan a comunicar resultados de manera descriptiva.	Se promueve alguna actividad de argumentación, pero no siempre está relacionada con la argumentación basada en pruebas.	Se promueven varias actividades de argumentación científica.	Se planifican varias actividades de argumentación, prestando atención al desarrollo de las habilidades comunicativas, la creatividad y el pensamiento crítico. La

Indicadores	Nivel 0 (en vías de adquisición)	Nivel 1 (básico)	Nivel 2 (avanzado)	Nivel 3 (sofisticado)
				argumentación se entiende como un canal de diálogo entre el fenómeno o conflicto que se indaga, las decisiones tomadas y los resultados alcanzados.
Indagación	Se plantean pocas preguntas (investigables), entendiéndose la investigación únicamente como la recogida de datos y síntesis de información.	Se plantean preguntas a fin de desarrollar un proceso de investigación. La parte experimental o de campo es inexistente.	Se plantean preguntas a fin de desarrollar un proceso de investigación. La parte experimental o de campo tiene carácter esporádico a lo largo de la propuesta didáctica.	Se plantean preguntas a fin de desarrollar un proceso de investigación. La parte experimental o de campo se planifica concienzudamente y predomina en la propuesta.
Modelización	Los componentes de un modelo se muestran descriptivamente. No aparecen procesos concretos que persigan entenderlos.	Aparecen algunas actividades puntuales destinadas a reconocer las características de los modelos.	Se incluyen actividades destinadas a la construcción de modelos a partir de fenómenos reales.	Se incluyen actividades dirigidas a utilizar los modelos generados para describir, explicar o predecir los fenómenos.
Diseño	Se realiza un proceso de construcción siguiendo un protocolo que proporciona el docente.	Se da respuesta a un problema siguiendo un protocolo de construcción y testeo que proporciona el docente.	Se da respuesta al problema siguiendo un proceso de construcción y testeo de un prototipo ideado por el alumnado.	El alumnado participa en el proceso desde la propia definición del problema.
Evaluación del impacto	No se plantea ninguna actividad en la que se evalúe el impacto (social, económico y/o ambiental) de la solución alcanzada.	Aparece alguna actividad en la que se realiza evaluación del impacto de la solución alcanzada en uno o dos de los ámbitos (social, económico y/o ambiental).	Aparece alguna actividad en la que se realiza evaluación del impacto de la solución alcanzada en los ámbitos social, económico y ambiental.	Aparece alguna actividad en la que se realiza evaluación del impacto de la solución alcanzada en los ámbitos social, económico y ambiental; y se solicitan propuestas de mejora.
Relevancia	Se plantea una situación problemática, que pudiera o no partir de los intereses del grupo-clase, aunque no se considera su importancia profesional e impacto social.	Se plantea una situación problemática, que pudiera o no partir de los intereses del grupo-clase, atendiendo a una demanda social.	Se plantea una situación problemática, que pudiera o no partir de los intereses del grupo-clase, atendiendo a una demanda social a la vez que se visibiliza la importancia de las profesiones científico-tecnológicas o ingenieras	Se plantea una situación problemática que conecta una demanda o cuestión social con los intereses de los alumnos a nivel: individual, social y/o profesional. Se intenta que estas situaciones generen nuevos intereses e inquietudes (sostenidos en el tiempo) más allá del ámbito cotidiano.
Autenticidad	Se aborda una situación problemática ficticia o idealizada que poco tiene que ver con la realidad, desde un punto de vista social y/o profesional.	Se aborda una situación problemática ficticia que se asemeja a situaciones reales. Se propicia la realización de simulaciones y prácticas que se parecen a las aplicadas en contextos reales.	Se aborda una situación problemática verosímil que recrea un escenario real. Se propicia la realización de prácticas reales en escenarios ficticios y/o reales.	Se aborda una situación problemática real, que genera problemas complejos y ambiguos, propiciando la realización de prácticas en contextos reales.

Indicadores	Nivel 0 (en vías de adquisición)	Nivel 1 (básico)	Nivel 2 (avanzado)	Nivel 3 (sofisticado)
Evaluación del proceso	No se especifican momentos, herramientas y/o técnicas para hacer un seguimiento del alumnado, en los cuales el profesor asume el rol de detectar errores, analizarlos y ofrecer alternativas para mejorar el aprendizaje.	Se realiza un seguimiento a partir de la evaluación de cada tarea por parte del docente. La intervención del docente durante el desarrollo de la propuesta tiene carácter retroactivo, una vez finalizada cada tarea.	Se realiza un seguimiento del alumnado de acuerdo a las condiciones del nivel 1. Además, se contempla la auto-evaluación del alumnado a fin de identificar sus dificultades, problemas o dudas sobre los contenidos, la tarea u otras cuestiones.	Se crean canales y herramientas que facilitan un seguimiento inmediato o rápido al alumnado (proactivo, antes de que la tarea sea finalizada). Se contemplan mecanismos de auto-evaluación del alumnado.
Evaluación del resultado	Se identifican las tareas que se tendrán en cuenta para la evaluación y calificación del alumnado, estableciendo una ponderación de acuerdo con el criterio del docente. Evalúa el docente.	Se identifican algunas tareas para ser co-evaluadas por el alumnado de acuerdo a listas de criterios o rúbricas facilitadas por el docente. También se establece el valor de cada tarea (co-evaluada o evaluada por el docente) en la calificación final.	Se consensuan los criterios de evaluación y calificación de las tareas con el alumnado. Las tareas son co-evaluadas entre el alumnado y el docente. Evaluación compartida, flexible y abierta.	Se identifican las competencias (conocimientos, habilidades y actitudes) asociadas a cada tarea, consensuando los criterios de evaluación de estas con el alumnado. Se propicia la co-evaluación y auto-evaluación. Evaluación por competencias, formadora, compartida, flexible y abierta.
Regulación del trabajo cooperativo (alumnado)	No se especifican técnicas y/o herramientas para regular el trabajo cooperativo del alumnado.	Se establecen equipos de trabajo que se regulan mediante la asignación de roles (fijos) asignados por el docente.	Se establecen equipos de trabajo, responsables de alcanzar un acuerdo del reparto de roles (fijos) y compromisos de trabajo.	Se establecen equipos de trabajo de acuerdo a los criterios del nivel 2. Además, se ofrecen diferentes estrategias para la regulación del trabajo en equipo por parte del alumnado y el docente (rúbricas, diarios...).
Colaboración docente	No existe colaboración entre docentes. La propuesta recae sobre un único docente.	Se establece una colaboración entre dos o más docentes, consistente en asesoramiento o participación esporádica en el desarrollo de la propuesta didáctica.	Se establece una colaboración entre dos o más docentes, que participan activamente en el diseño e implementación de la propuesta. Nunca coinciden en el aula, pues intervienen en momentos diferentes.	Se establece una colaboración entre dos o más docentes, que participan activamente en el diseño e implementación de la propuesta. Se procura que, al menos, dos de ellos coincidan en el aula.
Agentes externos	No existe colaboración de agentes externos. La implementación de la propuesta únicamente recae sobre el docente.	Se establece una colaboración esporádica con un agente externo, consistente en asesoramiento o participación esporádica en el desarrollo de la propuesta didáctica.	Se establece una colaboración con uno o varios agentes externos, que participan activamente en la implementación de la propuesta.	Se establece una colaboración con uno o varios agentes externos, que asesoran en el diseño de algunos aspectos de la propuesta y participan activamente en la implementación y evaluación de la propuesta.

Formación de maestras por implementación de secuencias en su propio contexto de aula: red sistémica para el análisis de las entrevistas pre-post

Ana AMAT GONZÁLEZ
María MARTÍNEZ CHICO
María Rut JIMÉNEZ LISO

Datos de contacto:

Ana Amat González
CEPr. Andrés Manjón (Berja,
Almería)
anika_berja@hotmail.com

María Martínez Chico
Universidad de Almería
mmartinez@ual.es

M^a Rut Jiménez Liso
Universidad de Almería
mrjimene@ual.es

Recibido: 02/11/2021
Aceptado: 24/03/2022

RESUMEN

Con el objetivo de reducir la distancia entre la investigación en Didáctica de las Ciencias Experimentales y la práctica docente en las aulas de Educación Primaria, implementamos secuencias cortas de Indagación Basada en Modelos en las aulas de seis maestras. Antes de la implementación las entrevistamos para conocer qué declaran acerca de sus prácticas habituales cuando enseñan ciencias y, después de la implementación las volvimos a entrevistar para ver qué destacan tras observar el efecto de nuestra secuencia con sus propios alumnos. Para el análisis de las entrevistas hemos construido un instrumento de análisis (red sistémica) que permite comparar lo descrito (antes) y percibido (después) por las maestras, así como analizar el efecto de la implementación de la secuencia en su pensamiento docente que presentamos íntegro en este artículo. Los resultados muestran que la mayoría de las maestras reconocen que suelen enseñar ciencias centrandolo la atención en lo memorístico, en la transmisión de definiciones aderezadas con experimentos. El mayor efecto de la secuencia, lo que más capta la atención de las maestras al observar su implementación es la importancia de la pregunta que da sentido a la secuencia, la expresión de ideas de sus alumnos y la búsqueda de pruebas, que pone en conflicto lo que pensaba el alumnado, pasando más desapercibido el análisis, las conclusiones o el proceso de evaluación.

PALABRAS CLAVE: formación docente basada en pruebas; docentes en activo; micro-secuencias de indagación; red sistémica; pensamiento docente.

Teacher training by implementing instructional sequence in Primary School teachers' classroom context: systemic network for analyzing pre-post interviews

ABSTRACT

In order to bring the gap between research in Science Education and teaching practice in Primary schools, we implemented short Model-Based Inquiry (MBI) instructional sequences in the classrooms of six Primary School Teachers. They were interviewed before and after the implementation to know both, their statements about their instruction when teaching science, and what they emphasize after observing our micro-sequence implementation with their own students. In this paper, we present an analysis tool (systemic network) that allows to compare what is described (before) and perceived (after) by the teachers, as well as to analyze the effect of the implementation of the MBI instructional sequence in their pedagogical content knowledge. The results show that most of the teachers recognize a transmissive science teaching mixed with experiments. The Primary School teachers interviewed noticed the importance of the question that makes sense the whole instructional sequence, the data collection analysis that conflicts the students' personal ideas. The analysis, conclusions are unnoticed by the Primary Teachers as well as the assessment during the short MBI instructional sequence.

KEYWORDS: evidence-based teacher education; inservice teachers; inquiry micro-instructional sequence; systemic network; pedagogical content knowledge.

Introducción y fundamentación

Numerosos proyectos e informes de investigación (Erduran & Yan, 2009; National Research Council, 2012; Osborne & Dillon, 2008; Worth et al., 2009) y tertulias-mesas redondas de las últimas reuniones científicas del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales¹, muestran de manera preocupante la brecha existente entre la investigación didáctica y la práctica docente en el aula (Cronin-Jones, 1991), de manera que los resultados de investigación y las mejoras de la enseñanza ya consensuadas por la comunidad investigadora siguen alejadas de los currículos y de la práctica docente.

Al mismo tiempo, los informes sobre el estado de la enseñanza de las ciencias en nuestro contexto educativo próximo (Confederación de Sociedades Científicas de España, 2011; Rocard et al., 2007), junto con autores como Cano Ortiz y Cañal de León (2006) y Niedo (2006), destacan el escaso tiempo que se dedica en España a la realización de trabajos prácticos, tanto en Educación Primaria como en Educación

¹ Sirva de ejemplo la tertulia del pasado Congreso Internacional de Sevilla <http://tv.us.es/congreso-internacional-sobre-investigacion-en-la-didactica-de-las-ciencias-ii/>

Secundaria, etapa esta última en la que casi desaparecen (Cano-Ortiz & Cañal de León, 2006, p. 22). Tanto estos autores como Boujaoude y Jurdak (2010); Hofstein y Lunetta (2004) o Holstermann et al. (2010) señalan que las principales causas de esta escasez de trabajos prácticos radica en la sobrecarga de horario, la elevada ratio alumno/profesor, la escasez de materiales, la inseguridad, el escaso tiempo para el desarrollo de contenidos teóricos, etc. (Bevins & Price, 2016).

Las tendencias actuales de introducir la enseñanza de las ciencias por indagación tampoco han contribuido a mejorar esta situación, en primer lugar, por el uso polisémico del término indagación que acoge bajo esta denominación a todo tipo de experimentos exclusivamente manipulativos (Romero-Ariza, 2017) más que a secuencias centradas en conectar con modelos explicativos (Windschitl et al., 2008). Estas dificultades subyugan en numerosas ocasiones a las “ventajas” u objetivos de esas secuencias, que, como señalan Simarro-Rodríguez & Couso (2013), suelen quedar reducidas al aumento de la motivación y la “contextualización”, a modo de pretexto (Marchán-Carvajal & Sanmartí, 2015; Moraga et al., 2019) para trabajar la teoría, que sigue siendo el principal motor de la enseñanza-aprendizaje.

A todo esto, hay que añadir que uno de los mayores obstáculos es la “presión curricular” que se auto-imponen los docentes y que dificulta la incorporación al aula de trabajos prácticos o su permanencia y que, a menudo pasan desapercibidos para el profesorado que los realiza (Jiménez-Liso et al., 2019)

Para que los docentes superen esas dificultades y reconozcan los beneficios de las prácticas científicas, y que ello les lleve a incorporarlas en sus clases, es preciso ayudarles a cuestionar su pensamiento docente. Múltiples trabajos han insistido en la necesidad de que, para cuestionar su pensamiento docente espontáneo, los docentes dispongan de experiencias de aprendizaje, alternativas a sus experiencias previas, que les sirvan como referente. Se hace así necesario que *vivan* experiencias de aprendizaje científico que sigan el mismo enfoque que se pretende que ellos implementen con sus futuros alumnos (Abd-El-Khalick, 2013; Bybee, 2014; Pilitsis & Duncan, 2012; van Zee, 2006; Wee et al., 2007).

En este sentido, Haefner y Zembal Saul (2004) señalan que los docentes necesitan vivir prácticas con las que adquirir una visión adecuada de la ciencia y el trabajo científico, aumentando la auto-confianza y seguridad, que puedan trasladar a sus futuras clases en Primaria. Así, por un lado, estaríamos dando respuesta a la habitual demanda de los docentes en activo de que la formación que se desarrolla sea más “práctica” y vivencial (Bhattacharyya et al., 2009; National Research Council, 2000; Windschitl, 2002), y, por otro lado, el hecho de *vivir* ese modelo innovador al formarse como maestros, les estaría ayudando a ganar seguridad y reducir el grado de ansiedad e incertidumbre que toda propuesta innovadora genera en los docentes cuando tratan de implementarla en su aula (Martínez-Chico et al., 2015). Esto enlaza con la actual tendencia en formación de docentes de desarrollar prácticas de enseñanza claves (Core Teaching Practices, Grossman, 2018). Entre las propuestas sobre cómo desarrollarlas Grossman (2018) propone como primer paso

“representar” la práctica en cuestión y, para ello, uno de los mecanismos es que los docentes en formación *vivan* secuencias innovadoras. Como segundo paso sería la deconstrucción (reflexión) sobre lo vivido que dotaría de mayor eficacia del proceso formativo (Nicolás Castellano et al., 2021) y, por último, la fase de “aproximación”, donde el profesorado en formación implemente y evalúe lo diseñado (propio o ajeno). De esta forma se cerraría la integración de teoría-reflexión-práctica de la formación docente (Kitchen & Petrarca, 2016).

El contenido de este artículo forma parte de un proyecto mayor de formación de docentes en sus propios contextos, para intentar la integración de esos tres ejes (representación-vivir, deconstrucción y aproximación) de las prácticas clave (Grossman, 2018). El objetivo en este trabajo es construir una red sistémica para el análisis cualitativo (tal como propusieron Bliss y Ogborn, 1979 destacado por Márquez y Bach, 2007) con la que analizar las entrevistas realizadas a las seis maestras participantes sobre, por un lado, lo que suelen hacer en sus clases de ciencias (entrevista previa), y por otro, lo que perciben (*noticing*, Chan et al., 2021) al observar la implementación de nuestra secuencia de indagación-modelización en su propio contexto de aula.

Indagación basada en modelos para formar docentes

El profesorado en ejercicio, más allá de recibir unas pautas teóricas sobre cómo proceder en sus clases, demanda una formación que sea “práctica” o experiencial y que les permita saber cómo ayudar a que el alumnado experimente al trabajar a partir de fenómenos cotidianos (Martínez-Chico et al., 2013). Esta demanda coincide con la recomendación de expertos en didáctica de las ciencias de que los docentes conozcan las prácticas científicas de indagación, argumentación y modelización para que las desarrollen con sus alumnos (Osborne & Dillon, 2008). Como señala Zembal-Saul (2009) se hace imprescindible implicar a los docentes en procesos de indagación reales que se lleven a cabo en sus aulas, para que tengan la oportunidad de interactuar como aprendices. Esto a su vez ayudará a discriminar los materiales de baja calidad (Kenyon et al., 2008), así como a superar el rechazo que suele generarse hacia estas propuestas por el hecho de vivir experiencias negativas cuando se llevan a cabo innovaciones en el aula (Mulholland & Wallace, 2003).

La formación docente debe ayudar a construir (o deconstruir) el conocimiento didáctico del contenido (CDC en adelante, Shulman, 1986) en su nueva versión refinada (Carlson et al., 2019), el conocimiento de los docentes sobre cómo enseñar la materia, cómo hacer accesible el conocimiento a los niños y personas no expertas y que se define como el conocimiento de las grandes ideas a enseñar (¿qué enseñar?), de los contextos que lo hagan relevante y el enfoque de enseñanza asumido, y de los principios pedagógicos (habilidades, gestión de aula, etc.) (¿cómo enseñar?), así como de la evaluación (¿qué evaluar?) de todo el proceso enseñanza-aprendizaje que considere las ideas personales de los estudiantes, la evolución de las mismas, las

competencias desarrolladas, etc. Estas grandes categorías del CDC nos han servido de marco de referencia para las dimensiones de nuestra red sistémica de análisis de las entrevistas.

En nuestro proceso de formación docente asumimos un enfoque de enseñanza por Indagación basada en Modelos o *Model-Based Inquiry*, en adelante MBI (Jiménez Liso et al., 2021; Passmore et al., 2009; Schwarz & Gwekwerere, 2007) porque, entre otras cualidades, ayuda a los estudiantes a cuestionar sus concepciones sobre los fenómenos de estudio, así como a diseñar experiencias para la búsqueda de pruebas y la construcción y el uso de modelos científicos con los que contrastarlas y cuestionarlas; como destaca Viennot (2011), la construcción de conocimiento descriptivo se hace imprescindible para la integración de modelos teóricos. Además de estas prácticas científicas que implican tanto construir el conocimiento científico como comprender por qué se construye (prácticas epistémicas, Crujeiras & Jimenez-Aleixandre, 2018), incluiremos en nuestro análisis las prácticas no epistémicas descritas por García-Carmona (2021): cooperación y colaboración en la práctica científica; comunicación científica; habilidades retóricas en la persuasión de ideas científicas; etc.

Este marco teórico nos proporcionará unas categorías previas (*up-bottom*) que completaremos con otras obtenidas de manera inductiva (*bottom-up*) para describir tanto las declaraciones de las maestras sobre su propia práctica como lo que perciben-reconocen (*noticing*) de la implementación de la secuencia corta titulada *Un garbanzo, ¿es un ser vivo?*

Metodología de investigación



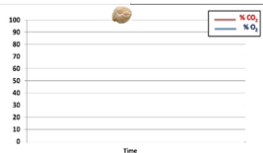
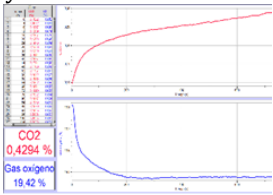
La metodología utilizada está orientada a la mejora de la práctica educativa compartiendo finalidades de analizar la realidad, identificar potencial de cambio y avanzar hacia la autonomía de los docentes para producir el cambio educativo (Blanco-López et al., 2018). Los datos obtenidos se enmarcan en el estudio de casos con tratamiento cualitativo-interpretativo de las declaraciones de las maestras participantes.

Participantes y contexto

Para este estudio hemos seleccionado seis aulas de seis maestras diferentes, de cuatro centros de la provincia de Almería que observaron en sus aulas y con su alumnado de Primaria la implementación, por parte de una investigadora externa, de una *sensopíldora* (1 hora de duración) con enfoque MBI titulada *Un garbanzo ¿es un ser vivo?* (Martínez-Chico et al., 2020). Presentamos una síntesis de las actividades que la conforman (tabla 1).

Tabla 1.

Secuencia de actividades asociadas a las prácticas de modelización e indagación (MBI)

ACTIVIDADES	Prácticas del enfoque MBI
 <p>Este garbanzo ¿es un ser vivo? ¿En qué te basas?</p>	<p>Apropiación de preguntas científicas</p> <p>Expresión y discusión de ideas (modelos)</p>
<p>Compara el garbanzo con un pollito (qué tienen en común y qué no). Identifica las características comunes y exclusivas de los seres vivos</p>	<p>Uso y revisión de explicaciones o modelos</p>
<p>Nos centramos en una característica del pollito, con dudosa aplicación al garbanzo: La respiración.</p>  <p>La respiración implica un intercambio de gases con el medio ambiente. ¿El garbanzo respira? en caso afirmativo, ¿cómo hace ese intercambio? ¿Expulsa/absorbe O₂/ CO₂? ¿Cómo imaginas que varían esos gases alrededor del garbanzo?</p> 	<p>Expresión y discusión de ideas</p>
<p>¿Cómo podríamos comprobar nuestras hipótesis? Propón un diseño experimental.</p> <p>Contamos con sensores de O₂/ CO₂. ¿Qué necesitamos hacer para saber si los garbanzos respiran o no?</p> <p>Conecta los sensores al ordenador y realiza la toma de datos.</p>	
<p>Analiza los datos y la información obtenida.</p>  <p>Los resultados obtenidos, ¿coinciden con lo que pensabas? ¿en qué sentido confirma o no tu hipótesis?, ¿a qué crees que puede deberse esa diferencia?</p>	<p>Búsqueda y obtención de pruebas</p>
<p>¿Podríamos decir que un garbanzo es un ser vivo? Justifica tu respuesta.</p>	<p>Obtención de conclusiones y presentación del modelo construido</p>
<p>¿Qué hemos aprendido? ¿Cómo? ¿Qué hemos sentido?</p>	<p>Autorreflexión y autorregulación de aprendizajes y emociones</p>

La tabla 1 muestra las prácticas científicas del enfoque de enseñanza de Indagación basada en Modelos con las que se corresponde cada actividad. Para finalizar, realizamos una última actividad con la intención de tomar conciencia de los aprendizajes vividos y las emociones experimentadas (Jiménez-Liso et al., 2021).

Todas las maestras participantes colaboraron voluntariamente con el proyecto, tres de ellas (del mismo centro) nos habían conocido por redes sociales y nos llamaron para colaborar con la semana de la ciencia que estaban organizando en el primer ciclo de Primaria. A todas se les solicitó una entrevista previa y otra posterior a la sesión, así como permisos para que las sesiones pudieran ser videograbadas, autorizándolo por escrito los padres del alumnado y las maestras. Una de las seis maestras participantes tenía veinte años de experiencia, cinco tenían más de cuatro años de experiencia y una era docente novel. El efecto de este factor sobre la percepción del profesorado será analizado en futuras investigaciones, ya que no es objeto de investigación en este trabajo (ver tabla 2). Durante la implementación de la secuencia, las maestras asumieron el rol de observación participante, pues muchos de sus alumnos acudían a ellas para resolver dudas, aunque su interacción fue mínima.

Tabla 2

Información de las maestras participantes

Seudónimo Maestra	Centro escolar	Curso donde imparte	Años de experiencia
INM	CEPr. Andrés Manjón	5º de Educación Primaria	10
MC	CEIP San Indalecio	3º de Educación Primaria	20
CCC	CEIP. Santa Cruz	3º y 6º de Educación Primaria	10
LU3	CEIP. Las Salinas	1º de Educación Primaria	3
MC3	CEIP. Las Salinas	1º de Educación Primaria	7
AN3	CEIP. Las Salinas	1º de Educación Primaria	5

Instrumento de recogida de información: entrevistas pre-post

Las dos entrevistas eran semiestructuradas y se centraban en aspectos diferentes. En la entrevista previa comenzábamos con la pregunta ya utilizada en un trabajo anterior que moviliza deseos implícitos de formación: *¿Qué crees que debería de aprender un maestro o maestra durante su formación inicial para poder enseñar bien ciencias?* (Martínez-Chico et al., 2013). Después, preguntábamos sobre sus propias clases de ciencias, solicitándoles ejemplos concretos sobre cómo trabajan los seres vivos. En el desarrollo de la entrevista, si las maestras hacían referencia a la formulación de preguntas de forma espontánea, les solicitábamos que enunciaran alguna en concreto, y si no, le preguntábamos directamente si hacían preguntas a su alumnado y les pedíamos que compartieran algunos ejemplos. Procedimos de manera similar con otras características propias de la enseñanza por indagación como diseño experimental, búsqueda de pruebas, análisis, intercambio y justificación de ideas-debate, trabajo colaborativo, etc.

La entrevista posterior, también semiestructurada, giraba en torno a la observación de la implementación realizada, comenzando con la pregunta *¿crees que tus alumnos-as han aprendido hoy algo nuevo?*, para continuar profundizando sobre si había tenido sentido para el alumnado (y para ellas) y sobre qué tipos de actividades o elementos de la secuencia habían detectado o percibido, con el objetivo de analizar después cómo las denominan y qué fases de la indagación explicitan (sin preguntarles directamente). Para finalizar, planteamos una última pregunta (*Al final de la secuencia, nos hemos detenido en las emociones que ha expresado tu alumnado, ¿qué emociones has notado que han experimentado durante el desarrollo de la sesión?*), con la intención de que las maestras comenten las partes más esenciales de la secuencia y las deficiencias que han identificado, así como para recoger las mejoras que proponen.

Análisis de la información

Hemos utilizado una metodología de "análisis de contenido" similar a la descrita por Miles y Huberman (1994) para analizar las respuestas dadas en las entrevistas. Como primer paso, se realizaron transcripciones de las entrevistas audiograbadas. A continuación, creamos un esquema o sistema de categorización, una primera lista provisional con variables clave basadas en la literatura, sobre diferentes aspectos del CDC referidos a las dimensiones qué enseñar, cómo enseñar y qué/cómo evaluar, tomando en consideración las características y actividades propias de los enfoques basados en la indagación. Esta lista termina de definirse una vez se incorpora el análisis de los datos de campo (ver Tablas 3-5).

La primera autora usó el programa Atlas.ti (versión 7) para realizar una primera codificación de los datos obtenidos en las entrevistas, que fueron revisados y discutidos con las otras dos autoras, hasta concretar una definición y categorización consensuada y unos códigos que facilitarían el análisis.

Resultados

En este apartado, mostraremos en primer lugar la Red sistémica de análisis del contenido de las entrevistas que nos ha permitido sistematizar el CDC personal de las maestras (antes de la implementación) y los aspectos esenciales que percibieron al vivir la secuencia (después de la implementación) con citas textuales extraídas de las entrevistas a modo de ejemplo. En segundo lugar, mostraremos algunos resultados globales y relevantes de las entrevistas pre y post.

La red sistémica construida que además de funcionar como herramienta metodológica, constituye un resultado en sí, la presentamos fragmentada en tres tablas para facilitar su lectura, que coinciden con las tres grandes dimensiones consideradas: *¿qué enseñar?* (tabla 3), *¿cómo enseñar?* (tabla 4) y *¿qué y cómo evaluar?* (tabla 5). La intensidad del color en cada tabla aumenta desde posiciones más próximas a enfoques de enseñanza más tradicionales, centrados en la transmisión de contenidos (en colores claros), hacia otras más centradas en un enfoque que sitúa al alumnado en el centro del proceso enseñanza-aprendizaje, próximas a enfoques por indagación basada en modelos (colores más oscuros).

Tabla 3

Red sistémica de análisis sobre la dimensión qué enseñar

Ámbito	Categoría	Indicadores (frecuencia)	Citas de maestras (ejemplos)
Ideas y conceptos	Nombres y definiciones	Libro de texto como referente. Pre (C, Inm) (2 maestras)	Sobre los seres vivos hemos trabajado "las plantas, la fotosíntesis, partes de una planta" (InmPre ²).
		Leyes educativas como referente. Pre (An3, Inm, MC3) (3)	Nosotros nos basamos en mucha legislación y en mucho contenido (InmPre).
	Ideas para explicar fenómenos	Descripciones. Pre (LU3) (1 maestra) Post (Inm) (1)	Es importante que sepan la descripción del animal, descripción física (LU3Pre) Que las semillas verdaderamente están vivas (InmPost).
		Explicaciones-modelos. Post (Inm) (1)	Si necesita respirar para ser un ser vivo, si el garbanzo, ¿tú lo estás viendo respirar? ¿está vivo o entonces no está vivo? y ahí decían ellos pues es verdad (InmPost).
Procedimientos y capacidades	Destrezas manipulativas	Medir, filtrar.	
		Observar (lupa, microscopio, etc.), dibujar, maquetas...	
		Aprender clasificaciones.	
Fases de la indagación	Formular preguntas. Post (Inm) (1)	(Esta secuencia ha aportado) <i>El preguntarse ellos mismos, que nunca se preguntan, tienden a memorizar y no se preguntan</i> (InmPost).	
	Expresar, discutir y comunicar ideas. Pre (MC) (1) Post (An3, Inm, MC) (3)	Planteamos hipótesis pero no las argumentamos de esa manera y eso lo aprendieron ellos y lo aprendí yo el día que vinisteis (An3Post).	
		Planificar y llevar a cabo investigaciones. Pre (C) (1) Post (Inm, MC) (2)	La metodología de ir a comprobar, la metodología científica de no basarte solo en tus hipótesis sino en demostrar una serie de ítems o una serie de hipótesis (MCPPost).
		Analizar e interpretar datos. Post (Inm) (1)	Han visto resultados, han tenido interés unos entre otros en lo que han aportado, lo que se han dicho, se han corregido incluso, entre ellos mismos (InmPost).
Actitudes	Actitudes positivas hacia la ciencia	Básicas (interés, gusto hacia la ciencia). Pre (MC) (1)	La manera de llevar esto a los niños para que a los niños se les haga más cercano y más fácil de comprender (MCPPre).
		Vocacional hacia la ciencia (aspiraciones, capacidad...).	
		Hacia los objetivos de la ciencia (aumentar la curiosidad, espíritu crítico).	

² Códigos que hacen referencia a la docente que dice la frase al que se le añade Pre (entrevista previa) y pos (entrevista posterior) a la implementación de la secuencia.

En la dimensión “qué enseñar” (tabla 3), las declaraciones de las maestras sobre su docencia en la entrevista previa aluden a enseñar nombres y definiciones, basándose principalmente en el libro de texto (dos maestras) o en el currículo (tres), mientras que después de vivenciar la secuencia solo una maestra destaca la importancia de que se aprendan descripciones (una también en la previa) y modelos que permitan explicar fenómenos concretos, al estilo de las grandes ideas para explicar fenómenos de Harlen (2010).

En cuanto a sus declaraciones sobre la importancia de enseñar procedimientos y capacidades, solo dos maestras destacan una fase de la indagación, ambas en la entrevista previa, mientras que en la posterior todas las fases de la indagación (Jimenez-Liso, 2020) son reconocidas por alguna maestra, destacando la expresión-comunicación de ideas, por ser reconocida por tres de ellas. Por último, respecto a las actitudes, solo una docente declara que es importante enseñar actitudes positivas hacia la ciencia (Vázquez & Manassero, 2008).

Tabla 4

Red sistémica de análisis sobre la dimensión cómo enseñar

Ámbito	Categ.	Indicadores	Citas de maestras (ejemplos)
Transmisión de información	Docente realiza la acción	Explica, narra... Pre (C, LU3, MC3) (3)	<i>Siempre se les explica las plantas (CPre).</i>
		Lee textos Pre (AN3, MC3). (3)	<i>Cuando decidí hacer la UDI de “Somos científicos” pues estuve buscando qué textos podía relacionar para trabajar con una tipología textual (AnaPre1).</i>
		Vídeos, canciones, imágenes, experimentos... Pre (LU3, MC, Inm) (3) Post (AN3, C, MC3) (3)	<i>Suelo trabajar bastante las canciones, a través de canciones, vídeos donde aparece el tema o la temática que estamos trabajando para introducirse (Lu3Pre). Siempre con los niños buscas el que vean el experimento que estás haciendo o cualquier cosa que ellos lo experimenten, lo vean (CPost).</i>
	Alumno-a realiza la acción	Actividades del libro de texto. Pre (C, MC, Inm) (3) Actividades para aplicar conocimiento. Pre (AN3, C, LU3). (3)	<i>Actividades sugeridas por el libro, actividades prácticas sugeridas por el libro (MCPre). Hicimos lo de la... el experimento de la lenteja en el vaso, lo pusimos en las ventanas (CPre).</i>
Trabajo en grupos y prácticas sociales	Técnicas grupales	Organización de equipos. Pre (C, Inm, LU3, MC, MC3) (5) Post (C) (1)	<i>Yo tengo la clase dividida en grupos, trabajamos por grupos (CPre).</i>
		Asignación de roles.	
		Dinámicas de grupo. Pre (C, AN3) (2)	<i>Utilizamos el folio giratorio (CPre); La técnica de lápices al centro (CPre).</i>
		Trabajo cooperativo. Pre (AN3) (1) Post (MC3) (1)	<i>Casi siempre planteamos alguna técnica cooperativa (AN3Pre). Trabajando la cooperatividad entre compañeros y compañeras (MCPost).</i>

	Prácticas no epistémicas	Colaboración científica. Relaciones en la comunidad científica. Comunicación científica. Habilidades de persuasión. Aceptación de nuevos conocimientos. Ética en la investigación. Post (Inm) (1)	<i>...yo les he visto que sí se han ayudado entre ellos, que son cosas que tienden a hacer ellos individualmente y cuando trabajan en grupo también se lo toman como que es algo...y aquí como se han visto, como que no estaban evaluados, no estaban cuestionados como que sí se han tenido en cuenta más unos a otros y han dicho venga vamos a hacerlo así que esto es así, tú has puesto esto, ah yo también he puesto lo mismo que tú, han estado ahí un poquito más... (InmPost).</i>
Globalizado	Discurso UDI	Multitareas.	<i>Cuando decidí hacer la UDI de "Somos científicos" pues estuve buscando qué textos podía relacionar para trabajar con una tipología textual (AnaPre1).</i>
	Contenido STEM	Multidisciplinar.	
		Integración de contextos. Post (Inm) (1)	<i>Buscar cómo llamar primero su atención, qué es lo que podría llamar... ya no es llamarle sólo la atención, sino aquello que ellos tienen muy seguro que conocen y llegar y romperle los esquemas (InmPost).</i>
Contextualizado	Pretextos	Videos y fotos. Pre (C, Inm) (2)	<i>Suelo iniciar los temas con un powerpoint, o una imagen o un documentalillo... (InmPre); A veces les pongo un vídeo explicativo (CPre).</i>
		Ejemplos. Pre (C) (1)	<i>Se les pone el ejemplo de las plantas cuando gira alrededor, según la luz del sol (CPre1).</i>
		Charlas. Pre (C) (1)	<i>Traemos charlas de expertos, de expertos o de padres que trabajan (CPre).</i>
		Demostraciones. Pre (Inm) (1)	<i>Pues los peces, me llevé a clase unos cuantos boqueroncillos y los destripamos allí, vimos en carne y hueso que verdaderamente son vertebrados que no se lo esperaban y ya está (InmPre).</i>
	Contextos Cotidianos	Escenario cotidiano, salidas a su entorno y excursiones. Pre (Inm, MC, C) (7) Post (MC3) (1)	<i>Realizan excursiones al jardín botánico, visitas al jardín botánico de Rodalquilar (MCPre). Hicimos una actividad exterior a los diferentes ambientes naturales del pueblo de Berja (InmPre). Es la escuela la que tiene que adaptarse a lo que le rodea, al mundo que rodea a los niños y niñas (MCPost).</i>
		Materiales cotidianos. Post (C, MC) (2)	<i>La capacidad que trabajen con los cacharros y se echen agua o si están dando peso, las balanzas, siempre viene bien que ellos experimenten y que lo vean, es la única manera de que se les quede siempre mejor (CPost).</i>
Fenómeno cotidiano. Post (LU3) (1)		<i>(después de la discusión sobre ser vivo) Lo plantamos (el garbanzo) y ha salido (LU3Post).</i>	

Desarrollar procedimientos y favorecer capacidades	Destrezas manipulativas o de poco esfuerzo cognitivo	Medir, filtrar...	
		Observar (lupa, microscopio...), etc., dibujar maquetas... Post (AN3) (1)	<i>Estamos observando los garbanzos que nos disteis que todos los días los riegan (AN3Post).</i>
		Buscar información (copia-pegar). Pre (AN3) (1), Post (AN3) (1)	<i>Ellos buscaban información sobre el murciélago, dónde vive, dónde tal... (An3Pre).</i>
		Aprender clasificaciones. Pre (C) (1)	<i>Reparto de los diferentes reinos y cada uno lo que queríamos aprender de esos reinos, pues de qué se alimentaban, de su nacimiento, de todo lo que ellos querían hicimos diferentes ítems y esos ítems tenían que buscar su formación, la trajeron al cole, la subrayamos, siempre hacemos el mismo proceso (CPre).</i>
Prácticas científicas		Aprender a clasificar. Post (C, Inm) (2)	<i>Ellos mismos iban diferenciando a partir del guion ... también lo que era un ser vivo, de un ser inerte, las características de uno, de otro (CPost2).</i>
		Formular preguntas. Post (C, Inm, LU3, MC, MC3) (5)	<i>Está muy bien lo de la primera pregunta de que si es un garbanzo un ser vivo (CPost).</i>
Prácticas científicas propias de la indagación		Expresar, discutir, comunicar ideas... Pre (AN3, C, LU3) (3) Post (AN3, C, LU3, MC3, Inm) (5)	<i>Era la primera vez que lo veía que cuando un compañero argumentaba su idea con conocimiento o con convencimiento se cambiaban, o sea estaban escuchando, estaban escuchando y decían "oye que lleva razón...me cambio" entonces me pareció muy interesante (AN3Post).</i>
		Planificar y llevar a cabo investigaciones. Post (AN3, C, Inm, LU3, MC3) (5)	<i>Los niños necesitan vivirla no que me cuentes que un garbanzo respira porque hay una teoría que lo demuestra, que hay un sensor magnífico que tú no vas a ver nunca con el que se puede medir como respira el garbanzo y yo te lo cuento y tú te lo crees, sino que es que tú vas a vivir eso, ese proceso. (AN3Post).</i>
		Analizar e interpretar datos. Post (AN3, C,) (2)	<i>El tema de la gráfica también lo hablamos cuando veían la evolución en el ordenador (AN3Post).</i>
		Generar conclusiones. Post (Inm, C) (2)	<i>Las semillas verdaderamente están vivas (InmPos) Los niños llegaron a sus conclusiones por ellos mismos, siguiendo toda la secuencia (CPost).</i>

En las entrevistas previas, la dimensión *cómo enseñar* (tabla 4) aparece, por un lado, que la acción recae sobre el alumnado (actividades del libro, aplicación de conocimiento), y por otro, sobre el docente (explica, narra, hace experimentos, etc.). Esta última está presente en el discurso de casi todas las maestras (5), y en una ocasión, aparece en las respuestas de las entrevistas posteriores (*que vean el experimento que estás haciendo o cualquier cosa que ellos lo experimenten*).

El trabajo grupal y dinámicas de grupo salieron espontáneamente en las entrevistas previas: cinco maestras declaran que habitualmente trabajan y tienen la clase organizada en grupos y, de ellas, dos indican trabajar con dinámicas de grupo o técnicas de trabajo

cooperativo. Una maestra en la entrevista posterior, nos ha recordado en su discurso las prácticas no epistémicas (García-Carmona, 2021) al señalar la colaboración, las relaciones entre el alumnado mientras realizaban la sensopíldora. De igual manera, el discurso de las maestras en la entrevista inicial estaba cargado del discurso de la administración de búsqueda de globalización e interdisciplinariedad que hemos dividido utilizando el marco de contenidos STEM (Martín-Páez et al., 2019) y la distinción entre pretextos-contextos (Marchán-Carvajal & Sanmartí, 2015; Moraga et al., 2019) como los vídeos, charlas iniciales (dos maestras) hacia una gradación de contextos cotidianos que Jiménez-Liso y De Manuel Torres (2009) separan en escenarios (visitas al Jardín Botánico que propone una maestra), los materiales cotidianos (garbanzos, señalado por otra maestra en la entrevista post) o que el fenómeno sea cotidiano y continúe después de la sensopíldora (*lo plantamos y ha salido*).

En el ámbito “desarrollar procedimientos y capacidades”, destaca que en la entrevista posterior la mayoría de las docentes (5) reconoce la mayoría de las prácticas propias de la indagación (Martínez-Chico et al., 2014), sobre todo, la pregunta, la expresión-comunicación de ideas y la planificación/evaluación de investigaciones, pasando más desapercibidas el análisis de los datos y las conclusiones (solo destacadas por dos maestras). Queremos detenernos también en el cambio sobre las clasificaciones que se observa en la maestra C quien en la entrevista previa destaca la importancia de las clasificaciones de los reinos como contenido y en la posterior señala la importancia de que los propios alumnos estaban clasificando, siendo una de las maestras que ha reconocido explícitamente todas las fases de la indagación tras vivir la sensopíldora.

Tabla 5

Red sistémica de análisis sobre la dimensión qué y cómo evaluar

Ámbito	Categorías	Indicadores	Citas de maestras (ejemplos)
¿Cuándo evaluar?	Evaluación al final	Pruebas, exámenes, etc. Pre (AN3, C, Inm) (3)	<i>Recuerdo preguntas como: define ser vivo, escribe las características de los vertebrados, ¿Cuáles son las funciones vitales de los seres vivos?, ejercicios de completar...(InmPre). Realizo una prueba de expresión escrita, sí, siempre al final (CPre).</i>
	Evaluación Inicial	Lluvia de ideas, debates Pre (AN3, C, Inm) (3) Cuestionarios de ideas previas	<i>Ponemos un debate, una lluvia de ideas y a partir de ahí pues andamos (InmPre)</i>
	Durante todo el proceso	Expresión de ideas personales, opiniones en el desarrollo de la clase Pre (AN3, Inm) (2) Los estudiantes comparan y discuten la adecuación de las diferentes ideas Post (Inm) (1)	<i>Dedico tiempo a que los estudiantes puedan discutir expresar sus ideas. Cuesta porque no se respetan los turnos de palabra y se machacan mucho las opiniones y no llegan a consenso casi nunca (InmPre).</i> <i>Se han corregido incluso, entre ellos mismos han dicho: no, no te has dado cuenta que hemos visto esto y hemos hecho esto y hemos hecho aquello, ah pues sí, pues es verdad, ah pues sí (InmPost).</i>

¿Cómo/qué evaluar?	Discurso Centro de Profesorado-leyes	Rúbricas Estándares de aprendizaje. Criterios de evaluación. Indicadores de evaluación Pre (AN3, C) (2)	<i>Partimos de los indicadores de logro, los seleccionamos y los adaptamos a lo que vamos a hacer y ahora para cada indicador asociamos un instrumento (An3Pre).</i>
	Autorregulación	Autoevaluación Pre (C) (1)	<i>Una batería de preguntas y las trabajamos así y luego les pongo nota y ellos mismos se evalúan, si lo han hecho excelente, si lo han hecho muy bien cada grupo y ellos mismos dicen hemos podido mejorar la letra, hemos podido... lo que han podido mejorar y se comparan con los demás (CPre).</i>
		De lo aprendido Pre (C, MC) (2)	<i>Hablamos de que vean cómo empezó el curso, si están mejor, si están peor, si les gustan las actividades, si les gustan las exposiciones y todo eso (CPre) Si sus ideas van cambiando de las que tenían previas a las que tienen después de haber trabajado el tema (MCPre)</i>
	De las emociones Post (Inm, MC, AN3, MC3, C) (5)	<i>La primera reacción ha sido rechazo. Después, sorpresa de decir, ah sí mira que me va a dejar tocar, que ha traído un aparato y ¿para qué es ese aparato (InmPost). Eufóricos, sobre todo cuando soplaban, cuando lo comprobaban con el material “es verdad que respira”. (MC3Post).</i>	

En la Tabla 5 comprobamos que la sensopíldora parece haber tenido poco impacto en lo que se refiere a “cuándo evaluar” pues todas las referencias son de la entrevista previa que han podido agruparse en preguntas en exámenes al finalizar el tema mezcladas con lluvias de ideas (inicio) o con la expresión de ideas durante el proceso (dos maestras). Tan solo una maestra ha señalado en la entrevista final la importancia de que los estudiantes comparen y analicen la adecuación de sus ideas iniciales. En lo que respecta al *qué/cómo evaluar*, de nuevo la mayoría de las respuestas proceden de la entrevista previa, dos maestras más centradas en el discurso oficial (estándares) y otras dos en el proceso de reconocimiento de qué se aprende. La pregunta final de la entrevista posterior sobre qué emociones detectaban abre la puerta a que las maestras evalúen este indicador que nos sirve de medida indirecta del éxito de la sensopíldora.

Conclusiones

Somos conscientes de que la formación docente requiere de procesos más largos y con aprendizajes profundos con fuertes conexiones entre teoría-práctica-reflexión (Darling-Hammond et al., 2019; Kitchen & Petrarca, 2016) y con implicaciones que movilicen la cultura del centro (Nicolás Castellano et al., 2021). Lejos de pensar que esto se consigue viendo una secuencia de una hora de duración, nuestro objetivo es mostrar que una secuencia de indagación puede desarrollarse en poco tiempo y que

los docentes participantes vean que es posible llevarla a cabo en su propio contexto de aula, con sus propios alumnos, generando así, reflexión y demanda de formación posterior (Bencze et al., 2018).

A menudo los instrumentos de medida del CDC están basados en los resultados de innovación de la investigación didáctica (ideal o teórico) y aportan poca luz sobre aspectos esenciales para los docentes (real). La red sistémica mostrada en este artículo sirve para analizar ambos CDC: el CDC *real* utilizando un vocabulario alejado de la DCE, además del *ideal* o *teórico*, más próximo a la investigación en educación científica.

Las categorías emergentes extraídas de las entrevistas junto con las previamente consideradas (por ejemplo, de indagación, Martínez-Chico et. al, 2014) nos han permitido lograr el objetivo del trabajo: construir una red sistémica de análisis de las declaraciones y de lo que perciben o *noticing* de las docentes participantes. Estos resultados, además de permitir obtener conclusiones concretas sobre el efecto que produce la implementación de la secuencia en los contextos de las docentes sobre sus ideas o conocimiento docente, nos ofrece también información interesante de cara a la investigación más amplia en la que se inserta este trabajo. En nuestro proyecto de formación de docentes en contexto esta red de análisis nos permitirá, por un lado, detectar las interpretaciones, lenguajes y discursos que podrían obstaculizar la vinculación de las docentes con la indagación y su incorporación al aula. Por otro lado, qué perciben de las secuencias de indagación, que les llama la atención o qué les parece igual que lo que realizan en su práctica habitual.

Así pues, en el proceso de elaboración de la red hemos caracterizado los elementos de la enseñanza de las ciencias (sobre qué y cómo enseñar y evaluar) que las maestras declaran incorporar en sus clases, prestando atención a los aspectos que caracterizan la enseñanza basada en la indagación. Por otro lado, su aplicación en una muestra piloto (seis maestras) nos permite analizar el efecto que ha tenido la implementación de secuencias de enseñanza MBI modélicas en el propio contexto de las maestras. El proceso combinado de categorización (*up-bottom* y *bottom-up*) perfiló las categorías para incluir los discursos de las maestras sobre su realidad de aula.

Además, los resultados son especialmente interesantes de cara a futuras propuestas de formación docente, a la hora de adaptar el mensaje a las características del público potencialmente destinatario de estas. Desde la investigación didáctica debemos aprender a interpretar la terminología utilizada por los docentes, en ocasiones asociada a problemas profesionales, muchas veces originados por la propia administración (Unidades Didácticas Integradas, STEM, TIC, aprendizaje cooperativo...). Estos términos, que al fin y al cabo son meras declaraciones de intenciones sobre sus intentos de mejora docente en cuanto a eficiencia-tiempo, agrupación de contenidos-motivación, búsqueda de una mayor autonomía del alumnado y otras declaraciones que aluden a grandes mantras educativos vacíos de contenido (como la manida *lluvia de ideas* inicial, la pirámide del aprendizaje y otros tantos *edumitos* como se señalan en Couso et al., 2020), que requieren ser desgranados, dotados de sentido, y además acompañarlos con propuestas alternativas innovadoras,

todo ello fundamentado con pruebas para los docentes en formación (Harrison et al., 2008; Pinto & El Boudamoussi, 2009).

Agradecimientos

Las autoras agradecen la financiación de los proyectos UAL2020-SEJ-D1784, SensoDoCiencia PID2020-116097RB-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y P20_00094 de la Junta de Andalucía todos financiados con fondos FEDER, así como a todas las maestras por su participación y por facilitarnos la conexión con su alumnado y sus centros.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

En este artículo que emana de una tesis doctoral en desarrollo es difícil separar la contribución individual de la doctoranda (primera autora) y de sus directoras (segunda y tercera autoras), sin embargo, consideramos que el mayor peso se ha distribuido de la siguiente forma: conceptualización, 2 y 3; metodología, 1 y 3; software, 1 y 3; validación, 1, 2 y 3; análisis formal, 1 y 2; análisis de datos, 1 y 3; redacción del borrador original, 1 y 3; redacción, revisión y edición, 1 y 2; supervisión final, 3; administración de proyectos, 2 y 3; adquisición de financiación, 2 y 3. Todas las autoras declaran que han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Referencias

- Abd-El-Khalick, F. (2013). Teaching With and About Nature of Science, and Science Teacher Knowledge Domains. *Science & Education*, 22(9), 2087–2107. <https://doi.org/10.1007/s11191-012-9520-2>
- Bencze, L., Reiss, M. J., Sharma, A., y Winstein, M. (2018). STEM Education as “Trojan Horse”: Deconstructed and Reinvented for All. In L. A. Bryan & K. Tobin (Eds.), *13 Questions: Reframing Education’s Conversation: Science* (pp. 69–87). Peter Lang. <https://doi.org/10.3726/b11305>
- Bevins, S., y Price, G. (2016). Reconceptualising inquiry in science education. *International Journal of Science Education*, 38(1), 17–29. <https://doi.org/10.1080/09500693.2015.1124300>
- Bhattacharyya, S., Volk, T., y Lumpe, A. (2009). The Influence of an Extensive Inquiry-Based Field Experience on Pre-Service Elementary Student Teachers’ Science Teaching Beliefs. *Journal of Science Teacher Education*, 20(3), 199–218. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9129-8>
- Blanco-López, Á., Martínez-Peña, B., y Jiménez-Liso, M. R. (2018). ¿Puede la investigación iluminar el cambio educativo? *APICE, Revista de Educación Científica*, 2(2), 15–28. <https://doi.org/https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4612>

- Bliss, J., y Ogborn, J. (1979). The analysis of qualitative data. *European Journal of Science Education*, 1(4), 427-440. <https://doi.org/10.1080/0140528790010406>
- Boujaoude, S. B., y 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. <https://doi.org/10.1007/s10763-010-9219-2>
- Bybee, R. W. (2014). The BSCS 5E Instructional Model: Personal Reflections and Contemporary Implications. *Science and Children*, April/May 2014, 10–13. <http://drive.google.com/file/d/0BzKxw1tFCYiZUnNYT>
- Cano-Ortiz, M. I., y Cañal de León, P. (2006). Las actividades prácticas, en la práctica: ¿Qué opina el profesorado? *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 47, 9–22. <https://www.grao.com/es/producto/las-actividades-practicas-en-la-practica-que-opina-el-profesorado-al04713604>
- Carlson, J., Daehler, K. R., Alonzo, A. C., Barendsen, E., Berry, A., Borowski, A., Carpendale, J., Ho-Chan, K., Cooper, R., Friedrichsen, P., Gess-Newsome, J., Henze-Rietveld, I., y Hume, A. (2019). The Refined Consensus Model of Pedagogical Content Knowledge in Science Education. In A. Hume, R. Cooper, y A. Borowski (Eds.), *Repositioning Pedagogical Content Knowledge in Teachers' Knowledge for Teaching Science* (pp. 1–329). Springer Singapore. <https://doi.org/10.1007/978-981-13-5898-2>
- Chan, K. K. H., Xu, L., Cooper, R., Berry, A., y van Driel, J. H. (2021). Studies in Science Education Teacher noticing in science education : do you see what I see ? *Studies in Science Education*, 57(1), 1–44. <https://doi.org/10.1080/03057267.2020.1755803>
- Confederación de Sociedades Científicas de España. (2011). Informe ENCIENDE: Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para Edades Tempranas en España. Rubes Editorial. https://www.cosce.org/wp-content/uploads/2011/03/Informe_ENCIENDE.pdf
- Couso, D., Jiménez-Liso, M. R., Refojo, C., y Sacristán, J. A. (2020). Enseñando ciencia con ciencia (F. Lilly & FECYT (eds.)). Penguin Random House Grupo Editorial. <https://www.fecyt.es/es/publicacion/ensenando-ciencia-con-ciencia>
- Cronin-Jones, L. L. (1991). Science teacher beliefs and their influence on curriculum implementation: Two case studies. *Journal of Research in Science Teaching*, 28(3), 235–250. <https://doi.org/10.1002/tea.3660280305>
- Crujeiras, B., y Jimenez-Aleixandre, M. P. (2018). Influencia de distintas estrategias de andamiaje para promover la participación del alumnado de secundaria en las prácticas científicas. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista de Investigación y Experiencias Didácticas*, 36(2), 23–42. <https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.224>
- Darling-Hammond, L., Oakes, J., Wojcikiewicz, S. K., Hylar, M. E., Guha, R., Podolsky, A., Kini, T., Cook-Harvey, C. M., Jackson Mercer, C. N., y Harrell, A. (2019). Preparing

- Teachers for Deeper Learning. Learning Policy Institute, June, 1–12. <https://learningpolicyinstitute.org/product/preparing-teachers-deeper-learning-brief>
- Erduran, S., y Yan, X. (2009). Minding Gaps in Argument: Continuous Professional Development in the Teaching of Inquiry. University of Bristol. <http://www.pdst.ie/sites/default/files/Argumentation - Mind the Gap.pdf>
- García-Carmona, A. (2021). Prácticas no-epistémicas: ampliando la mirada en el enfoque didáctico basado en prácticas científicas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 18(1), 1–18. https://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1108
- Grossman, P. L. (2018). Teaching core practices in teacher education. In Harvard Education Press (p. 215). <https://eric.ed.gov/?id=ED583088>
- Haefner, L. A., y Zembal-Saul, C. (2004). Learning by doing? Prospective elementary teachers' developing understandings of scientific inquiry and science teaching and learning. *International Journal of Science Education*, 26(13), 1653–1674. <https://doi.org/10.1080/0950069042000230709>
- Harlen, W. (2010). Principles and big ideas of science education. In Association for Science Education. <https://doi.org/9780863574313>
- Harrison, C., Hofstein, A., Eylon, B. S., y Simon, S. (2008). Evidence-based professional development of science teachers in two countries. *International Journal of Science Education*, 30(5), 577–591. <https://doi.org/10.1080/09500690701854832>
- Hofstein, A., y Lunetta, V. N. (2004). The Laboratory in Science Education: Foundations for the Twenty-First Century. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>
- Holstermann, N., Grube, D., y Bögeholz, S. (2010). Hands-on Activities and Their Influence on Students' Interest. *Research in Science Education*, 40(5), 743–757. <https://doi.org/10.1007/s11165-009-9142-0>
- Jimenez-Liso, M. R. (2020). Aprender ciencia escolar implica aprender a buscar pruebas para construir conocimiento (indagación). In D. Couso, M. R. Jimenez-Liso, J. A. Sacristán, y C. Refojo (Eds.), *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 53–62). Penguin Random House Grupo Editorial. <https://downloads.ctfassets.net/ifrybia1n3xy/7dhZmDHMDiY79whH0mNXY0/c8413b4d6f8d24d1321423fd0aff32c6/ensenando-ciencia-con-ciencia-web.pdf>
- Jiménez-Liso, M. R., Amat-González, A., Martínez-Chico, M., Vílchez-González, J. M., y López-Gay, R. (2019). Why scientific practices are not included in Science lessons? Advantages that go unnoticed for in-service teachers. *Universitas Tarraconensis. Revista de Ciències de l'Educació*, 1(2), 20–32. <https://raco.cat/index.php/UTE/article/view/369761>
- Jiménez-Liso, M. R., Bellocchi, A., Martínez-Chico, M., y López-Gay, R. (2021). A Model-Based Inquiry Sequence as a Heuristic to Evaluate Students' Emotional ,

- Behavioural , and Cognitive Engagement. *Research in Science Education*, online. <https://doi.org/10.1007/s11165-021-10010-0>
- Jiménez-Liso, M. R., y de Manuel Torres, E. (2009). El regreso de la química cotidiana: ¿Regresión o innovación? / The return of everyday chemistry: regression or innovation. *Enseñanza de Las Ciencias*, 27(2), 257–272. <http://ddd.uab.cat/record/39877?ln=ca>
- Kenyon, L., Schwarz, C., y Hug, B. (2008). The benefits of scientific modeling. *Science and Children*, 46(2), 40–44. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0159068>
- Kitchen, J., y Petrarca, D. (2016). Approaches to Teacher Education BT - International Handbook of Teacher Education: Volume 1 (J. Loughran y M. L. Hamilton (eds.); pp. 137–186). Springer Singapore. https://doi.org/10.1007/978-981-10-0366-0_4
- Márquez, C., y Bach, J. (2007). Una Propuesta De Análisis De Las Representaciones De Los Alumnos Sobre El Ciclo Del Agua. *Enseñanza de Las Ciencias de La Tierra*, 15, 280–286. <https://raco.cat/index.php/ECT/article/view/121419/167869>
- Marchán-Carvajal, I., y Sanmartí, N. (2015). Criterios para el diseño de unidades didácticas contextualizadas: aplicación al aprendizaje de un modelo teórico para la estructura atómica. *Educación Química*, 26(4), 267–274. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X15000385>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J., y Vílchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, February, 1–24. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Martínez-Chico, M., Evagorou, M., y Jiménez-Liso, M. R. (2020). Design of a pre-service teacher training unit to promote scientific practices. Is a chickpea a living being? *International Journal of Desings for Learning*, 11(1), 21–30. <https://doi.org/https://doi.org/10.14434/ijdl.v11i1.23757>
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., y López-Gay, R. (2014). La indagación en las propuestas de formación inicial de maestros: análisis de entrevistas a los formadores de Didáctica de las Ciencias Experimentales. *Enseñanza de Las Ciencias*, 32(3), 591–608. <http://ensciencias.uab.es/article/view/v32-n3-martinez-chico-jimenez-liso-lopez-gay>
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros (Effect of a training course to teach science through model-based inquiry on prospective teachers' didactic). *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 12(1), 149–166. <https://doi.org/10498 - 16929>
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez-Liso, M. R., y Acher, A. (2013). Demandas de maestros en activo y materiales curriculares para la enseñanza de las ciencias. *Investigación En La Escuela*, 80, 35–48. <https://revistascientificas.us.es/index.php/IE/article/view/6914/6107>

- Miles, M. B., y Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. SAGE. Thousands Oaks.
- Moraga, S. H., Espinet, M., y Merino, C. G. (2019). El contexto en la enseñanza de la química: Análisis de secuencias de enseñanza y aprendizaje diseñadas por profesores de ciencias en formación inicial. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 16(1), 1604. https://doi.org/http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1604
- Mulholland, J., y Wallace, J. (2003). Strength, sharing and service: Restorying and the legitimization of research texts. *British Educational Research Journal*, 29(1), 5–23. <https://doi.org/10.1080/0141192032000057348>
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards*. <https://doi.org/10.17226/9596>
- National Research Council. (2012). *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* (Committee on a Conceptual Framework for New K-12 Science Education Standards & Board on Science Education. Division of Behavioral and Social Sciences and Education (eds.)). The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13165/a-framework-for-k-12-science-education-practices-crosscutting-concepts>
- Nicolás Castellano, C., Limiñana Morcillo, R., Menargues Marcilla, A., Rosa Cintas, S., y Martínez Torregrosa, J. (2021). La enseñanza de las ciencias en primaria. *Enseñanza de Las Ciencias*, 39 (3), 1–22. <https://doi.org/https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3260>
- Nieda, J. (2006). Los trabajos prácticos diez años más tarde. *Alambique: Didáctica de Las Ciencias Experimentales*, 48, 25–31. <https://www.grao.com/es/producto/los-trabajos-practicos-diez-anos-mas-tarde-al04813976>
- Osborne, J., y Dillon, J. (2008). Science education in Europe: Critical reflections. In *The Nuffield Foundation* (Ed.), London: Nuffield Foundation. http://www.nuffieldfoundation.org/sites/default/files/Sci_Ed_in_Europe_Report_Final.pdf
- Passmore, C., Stewart, J., y Cartier, J. (2009). Model-based inquiry and school science: Creating connections. *School Science and Mathematics*, 109(7), 394–402. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2009.tb17870.x>
- Pilitsis, V., y Duncan, R. G. (2012). Changes in Belief Orientations of Preservice Teachers and Their Relation to Inquiry Activities. *Journal of Science Teacher Education*, 23(8), 909–936. <https://doi.org/10.1007/s10972-012-9303-2>
- Pinto, R., y El Boudamoussi, S. (2009). Scientific processes in PISA tests observed for science teachers. *International Journal of Science Education*, 31(16), 2137–2159. <https://doi.org/10.1080/09500690802559074>
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Walberg-Henriksson, H., y 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.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 14(2), 286–299. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01
- Schwarz, C. V., y Gwekwerere, Y. N. (2007). Using a guided inquiry and modeling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91, 158–186. <https://doi.org/10.1002/sce.20177>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Simarro-Rodríguez, C., y Couso, D. (2013). Visiones del profesorado de Ciencias sobre el trabajo experimental: Análisis desde un marco de indagación. *Enseñanza de Las Ciencias*, Número Ext, 3332–3338. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2013nExtra/edlc_a2013nExtrap3332.pdf
- van Zee, E. H. (2006). Teaching—science teaching through inquiry. In K. Appleton (Ed.), *Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice* (pp. 239–257). Lawrence Erlbaum Associates Publishers Mahwah, NJ.
- Vázquez, Á., y Manassero, M. A. (2008). El declive de las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes: un indicador inquietante para la educación científica. *Revista Eureka Sobre Enseñanza y Divulgación de Las Ciencias*, 8(3), 274–292. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2008.v5.i3.
- Viennot, L. (2011). Els molts reptes d'un ensenyament de les Ciències basat en la indagació : ens aportarà múltiples beneficis en l'aprenentatge ? *Ciències: Revista Del Professorat de Ciències de Primària i Secundària*, 18, 22–36. <https://raco.cat/index.php/Ciències/article/view/242506/325127>
- Wee, B., Shepardson, D. P., Fast, J., y Harbor, J. (2007). Teaching and Learning About Inquiry: Insights and Challenges in Professional Development. *Journal of Science Teacher Education*, 18(1), 63–89. <https://doi.org/10.1007/s10972-006-9031-6>
- Windschitl, M. (2002). Inquiry projects in science teacher education: What can investigative experiences reveal about teacher thinking and eventual classroom practice? *Science Education*, 87(1), 112–143. <https://doi.org/10.1002/sce.10044>
- Windschitl, M., Thompson, J., y Braaten, M. (2008). Beyond the scientific method: Model-based inquiry as a new paradigm of preference for school science investigations. *Science Education*, 92(5), 941–967. <https://doi.org/10.1002/sce.20259>
- Worth, K., Duque, M., y Saltiel, E. (2009). Desinging and Implementing Inquiry-based Science Units for Primary Education. The Pollen FP 6 project. www.pollen-europa.net

Zemal-Saul, C. (2009). Learning to teach elementary school science as argument. *Science Education*, 93(4), 687–719. <https://doi.org/10.1002/sce.20325>

Las emociones en ciencias en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria

Elena BRAVO LUCAS
María BRÍGIDO MERO
Miriam A. HERNÁNDEZ DEL BARCO
Vicente MELLADO JIMÉNEZ

Datos de contacto:

Elena Bravo Lucas
Universidad de Extremadura
ebravo@unex.es

María Brígido Mero
Universidad Antonio de Nebrija
mbrigido@nebrija.es

Miriam A. Hernández del Barco
Universidad de Extremadura
mhdelbarco@unex.es

Vicente Mellado Jiménez
Universidad de Extremadura
vmellado@unex.es

Recibido: 02/12/2021
Aceptado: 24/03/2022

RESUMEN

En la primera parte se realiza una revisión de distintas investigaciones relacionadas con las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias durante la formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Primaria. En ellas, se destaca que las emociones hacia las ciencias de la naturaleza son positivas en Educación Primaria, mientras que en Educación Secundaria son positivas hacia la biología y la geología y negativas hacia la física y la química, encontrando diferencias según el género. En relación con los maestros en formación, el recuerdo de las emociones experimentadas hacia las ciencias en su etapa escolar se transfiere a las que vaticinan que van a sentir y a las que realmente sienten en la enseñanza de estas materias, existiendo una relación con otras dimensiones afectivas. Las emociones experimentadas por los maestros en formación, además de estar principalmente atribuidas al docente, el contenido y a sí mismos como estudiantes, forman parte del conocimiento didáctico del contenido del docente. La segunda parte del artículo muestra tres intervenciones realizadas en la formación inicial de maestros de Educación Infantil y Primaria, donde se analiza la evolución de las emociones experimentadas antes y después de cada actividad. Se concluye con implicaciones para la formación inicial de maestros.

PALABRAS CLAVE: Emociones; ciencias experimentales; maestros en formación; Educación Primaria; Educación Infantil.

Emotions in science during the initial training of Early Childhood and Primary Education teachers

ABSTRACT

The first part carries out a review of different studies related to emotions in the teaching and learning of science during the initial training of Early Childhood and Primary Education prospective teachers. Emotions towards sciences are positive in Primary Education. In Secondary Education the emotions towards biology and geology are positive whereas they are negative towards physics and chemistry, finding differences according to gender. In relation to teachers in training, the memory of their emotions experienced in their school stage towards sciences is transferred to those they predict they will feel and to those they really feel when teaching these subjects, and there is a relationship with other affective dimensions. The emotions experienced by the teachers in training, besides being mainly attributed to the teacher, the content and to themselves as students, are part of the teacher's pedagogical content knowledge. The second part of the article shows three interventions carried out in the initial training of Early Childhood and Primary Education teachers, where the evolution of the emotions experienced before and after each activity is analyzed. New lines of research are suggested to deepen the taxonomy of epistemological emotions. To conclude, implications for initial teachers training are presented.

KEYWORDS: Emotions; Science education; Prospective teachers; Primary Education; Early Childhood Education.

Introducción

En la investigación en didáctica de las ciencias se ha incidido sobre todo en los factores cognitivos de la enseñanza y el aprendizaje de las distintas materias de ciencias, prestando mucha menos atención al dominio afectivo y emocional (Lenke, 2006; Mellado et al., 2014). Los factores afectivos se han excluido, tildados como impropios o acientíficos por oponerse a la objetividad de la ciencia, aunque sean educativamente valiosos (Vázquez & Manassero, 2007). Sin embargo, las investigaciones desde la neurociencia (Mora, 2008) indican que las emociones "encienden" las conexiones para que el cerebro alcance el máximo de sus funciones cognitivas y mentales, así como para potenciar la creatividad y el aprendizaje. Como han demostrado investigaciones que miden la actividad cerebral, el nivel de atención y de reflexión de los estudiantes es mayor en las clases con un clima de aprendizaje emocionalmente positivo (Aydogan et al., 2015). Los estados emocionales positivos favorecen el aprendizaje y el compromiso de los estudiantes como aprendices activos, mientras que los negativos limitan la capacidad de aprender. Las emociones experimentadas durante el desarrollo de las actividades y tras los resultados de

aprendizaje influyen tanto en la estimación del valor de futuros procesos de enseñanza-aprendizaje como en sus resultados (Pekrun et al., 2014). Nuestra intención al estudiar las emociones no es sustituir el reduccionismo racionalista por el emocional, sino que emociones y razón se complementen. Como dice Damasio (2010), se trata de establecer un diálogo entre la razón y las emociones y de entender cómo se relacionan.

La emoción es fundamental en la toma de decisiones (Damasio, 1996), algo que docentes y estudiantes tienen que hacer constantemente en clase. Para los estudiantes, la toma de decisiones se vuelve especialmente importante cuando, al final de la educación obligatoria, tienen que decidir la orientación de sus futuros estudios. Actualmente, se considera que lo cognitivo configura lo afectivo y lo afectivo lo cognitivo y la idea de la enseñanza y el aprendizaje como una práctica emocional en la que intervienen procesos cognitivos y afectivos es aceptada por numerosos investigadores y educadores (Hargreaves, 1998). Las emociones también están ligadas a la enseñanza y el aprendizaje de conocimientos concretos (Garritz, 2010). Desde el constructivismo, marco teórico mayoritario en las últimas décadas en didáctica de las ciencias, se ha realizado un acercamiento hacia las emociones. Pintrich et al. (1993) ya cuestionaban el “cambio frío” y defendían la importancia de la motivación y de las emociones como factores determinantes en el aprendizaje de las ciencias.

Para Bisquerra (2000) la emoción es una reacción subjetiva a los estímulos del ambiente acompañada de cambios orgánicos (fisiológicos y endocrinos) de origen innato, pero influidos por la experiencia individual y social. Damasio (2010) añade que las emociones no sólo son reacciones a los estímulos del presente, sino que también se producen por el recuerdo o evocación de hechos sucedidos en el pasado o por el anticipo de posibles situaciones futuras. Asumimos que la emoción tiene una parte psicobiológica (Damasio, 2010; Mora, 2008), pero es también una construcción social, interconectada con el contexto y la cultura (Lasky, 2000).

Contamos con muchas taxonomías complementarias para clasificar las emociones. Hay emociones primarias o básicas, con un origen genético, y emociones sociales, que dependen más del contexto y de la experiencia individual y social. Entre las básicas o primarias se encuentran el miedo, la aversión, la ira, la tristeza, la alegría y la sorpresa, aunque esta última Damasio (2005) la ve también con un contenido social junto a las sociales como la vergüenza, la culpabilidad, los celos, la simpatía, la turbación, el orgullo, la envidia, la gratitud, la admiración, la indignación o el desdén, entre otras. Las emociones también pueden clasificarse en positivas (la alegría, el orgullo, el entusiasmo, etc.), negativas (el miedo, la ira, la aversión, la frustración, etc.) o neutras como la sorpresa. Para Fernández-Abascal et al. (2001) las emociones negativas movilizan más recursos que las positivas para su afrontamiento. Una tercera clasificación combina en dos ejes las emociones positivas y el grado de activación de las mismas (Agen & Ezquerro, 2021; Sánchez-Martín et al., 2018), situando en la activación alta emociones positivas como la sorpresa, la curiosidad y el entusiasmo, y negativas como el rechazo, la frustración, la incertidumbre y la confusión; entre las de activación baja se sitúan emociones positivas como la satisfacción y la tranquilidad, y

negativas como la tristeza y el aburrimiento.

El programa de investigación que estamos llevando a cabo en la Universidad de Extremadura por equipos interdisciplinarios de distintos niveles educativos pretende realizar un diagnóstico de las emociones en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias, la tecnología y las matemáticas, así como una intervención cognitiva y emocional en la enseñanza y el aprendizaje de estas materias. En este trabajo se presentan dos objetivos: el primero, realizar una revisión actualizada sobre las emociones en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la formación inicial de maestros de infantil y primaria, y el segundo, mostrar que con algunas intervenciones podemos provocar un cambio positivo en las emociones de los docentes en formación que cause un acercamiento hacia las ciencias además de generar conocimientos científicos.

Parte 1: ¿Qué sabemos sobre las emociones durante el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias en maestros y maestras en formación inicial?

A continuación, sintetizaremos en una serie de afirmaciones fundamentadas, algunos de los aspectos que conocemos sobre el diagnóstico emocional en ciencias de maestros y maestras en formación inicial. Sin embargo, aún hay muchas zonas oscuras y tenemos que seguir investigando, tanto en la relación de las emociones con aspectos concretos de la enseñanza y aprendizaje de las ciencias, como en la ampliación de los procedimientos de recogida y análisis de datos.

1.1. Las emociones hacia las ciencias de la naturaleza son positivas en estudiantes de infantil y primaria y su recuerdo permanece a través de la escolaridad en los maestros en formación inicial.

Los resultados de Del Rosal y Bermejo (2018) y Del Rosal et al. (2019) indican que los estudiantes de 5º y 6º de primaria de diferentes colegios de primaria de Extremadura, tienen emociones positivas hacia el aprendizaje de todos los temas de ciencias, siendo el mayor porcentaje de emociones positivas hacia la tecnología y los seres vivos (diversión y alegría) y el mayor porcentaje de emociones negativas hacia la física y química (aburrimiento).

En diferentes estudios hemos analizado el recuerdo de las emociones de maestros de primaria en formación inicial sobre distintos contenidos de ciencias, tanto en su etapa de primaria como de secundaria. Los resultados indican que los maestros en formación tienen un recuerdo emocionalmente muy positivo de las asignaturas de ciencias en primaria cuando ellos fueron estudiantes (Brígido et al., 2013b), destacando curiosidad, entusiasmo o interés. En cambio, emociones negativas como frustración, odio o ansiedad, sólo son señaladas por una mínima parte de los encuestados.

1.2. Las emociones hacia el aprendizaje de las ciencias en secundaria dependen de la materia concreta, siendo más positivas hacia la biología y geología que hacia la física y química. El recuerdo de estas emociones permanece a lo largo de la escolaridad en los maestros en formación inicial.

En secundaria, las emociones dependen de la asignatura, siendo más positivas hacia la biología y geología que hacia la física y química y, dentro de esta última, más positivas hacia la química que hacia la física (Dávila et al., 2021). Otro dato destacado es que las emociones positivas disminuyen con la escolaridad y las negativas aumentan durante las etapas de primaria y secundaria. Este resultado coincide con los llevados a cabo sobre las actitudes de los estudiantes hacia la ciencia, que también disminuyen de la etapa de primaria a la de secundaria (Pérez & de Pro, 2013; Vázquez, 2013).

En estudios con diferentes muestras de varias universidades (Brígido et al., 2010, 2013 a y b) existe coincidencia de que el recuerdo de las emociones de los futuros maestros de primaria, hacia los contenidos de biología y geología en secundaria es muy positivo (motivación, interés o curiosidad); en cambio el recuerdo de sus emociones hacia los contenidos de física y química en secundaria es mayoritariamente negativo, destacando emociones negativas fuertes como miedo, tensión o desesperación.

En los grados de maestro son minoría los estudiantes procedentes de bachilleratos de ciencias y tecnología. Si se separan los resultados anteriores según el bachillerato cursado (Brígido et al., 2009), el recuerdo de las emociones hacia la física y la química es mayoritariamente positivo en los que cursaron bachilleratos de ciencias, tecnología y ciencias de la salud, y negativo en los que cursaron humanidades, sociales o arte.

1.3. Las causas del recuerdo de las emociones hacia las ciencias de los futuros maestros son complejas, atribuyéndose al profesorado, al contenido de las asignaturas y a sí mismos como estudiantes.

La teoría de la atribución causal de Weiner (1986) relaciona las causas de los resultados de logro, en términos de éxito y fracaso, con las emociones. Del Rosal et al. (2018) analizan la relación entre inteligencia emocional y rendimiento académico en una muestra de 500 futuros maestros de Infantil y Primaria de la Universidad de Extremadura, encontrando una relación estadísticamente significativa entre ambas variables. Los resultados de Ochoa de Alda et al. (2019) con maestros en formación inicial, muestran que existe una asociación duradera entre las emociones experimentadas en las clases de ciencias durante la Educación Secundaria y los resultados del aprendizaje adquirido en esa etapa. Marcos-Merino et al. (2022) señalan que para los maestros en formación las emociones positivas que anticipan ante una actividad científica experimental están relacionadas con sus resultados académicos previos en esa materia y con el conocimiento científico adquirido en la actividad.

En la etapa de primaria, Del Rosal et al. (2019) señalan que el alumnado de 10 a 12 años relaciona las emociones positivas hacia las ciencias con las estrategias metodológicas centradas en el alumnado, como trabajos en grupo, realización de actividades prácticas, o salidas al medio natural; en cambio asocian emociones negativas con las estrategias centradas en el docente, como explicaciones orales o el uso de la pizarra y del libro de texto. En la etapa de secundaria obligatoria, Dávila et al.

(2021) encuentran que las emociones hacia el aprendizaje de la química son mayoritariamente positivas, mientras que hacia la física son mayoritariamente negativas; en ambos casos las causas están relacionadas con la metodología del docente: en el caso de la química por el uso de actividades prácticas de laboratorio, o el uso de las TICs, y en el de la física por una metodología centrada en la explicación del docente, el uso del libro de texto y la resolución de problemas. Estos resultados coinciden con los de Borrachero (2015) sobre el recuerdo que tienen los maestros en formación de las causas de las emociones hacia el aprendizaje de asignaturas de ciencias en secundaria. En física el mayor número de emociones negativas las atribuyen al contenido teórico de la asignatura y a la resolución de problemas teóricos. Teniendo en cuenta que el mismo docente enseña física y química, la diferencia en la percepción de la metodología docente entre ambas materias debe ser motivo de reflexión para la física.

Sin embargo, el estudio de Dos Santos y Mortimer (2003) sobre las emociones de estudiantes de secundaria hacia una metodología innovadora en la enseñanza de la química, resalta que las emociones positivas hacia estas estrategias fueron mayores en los estudiantes con peores resultados académicos, ya que las consideraban una oportunidad de mejorar, mientras que para los estudiantes con mejores resultados suponía sacarlos de su zona de confort.

1.4. En los maestros en formación inicial, el recuerdo de sus emociones hacia el aprendizaje de las ciencias en su etapa escolar de secundaria se transfiere a las que vaticinan que van a sentir y a las que realmente sienten en la enseñanza de estas materias.

En numerosas muestras de maestros de primaria en formación de varias universidades españolas hemos comparado el recuerdo de sus emociones en el aprendizaje de las distintas materias de ciencias, con las que vaticinan que sentirán hacia la enseñanza de estas materias cuando tengan que enseñarlas, y con las que realmente han sentido cuando han tenido que enseñarlas durante las prácticas de enseñanza (Brígido et al., 2009, 2010, 2013a). En ambos casos las emociones como docentes están influidas por su propia escolaridad, y las emociones como docentes hacia una materia se corresponden con el recuerdo de sus emociones hacia esa misma materia cuando ellos eran estudiantes.

Para las ciencias naturales el recuerdo de sus emociones hacia el aprendizaje de esta materia era positivo, emociones que se corresponden con las que los maestros y maestras en formación inicial vaticinan que sentirían cuando enseñen esta materia y con las que realmente sintieron al enseñarla durante las prácticas de enseñanza, aumentando incluso las emociones positivas y disminuyendo las negativas. Destacan emociones positivas como diversión, tranquilidad, confianza, alegría, entusiasmo y orgullo.

Para física y química también hay concordancia entre el recuerdo emocionalmente negativo hacia su propio aprendizaje en secundaria hacia estas materias y las que vaticinan que sentirán cuando las enseñen y con las que realmente sintieron al enseñarlas durante las prácticas de enseñanza, aunque en general disminuyen

ligeramente las emociones negativas y mejoran las positivas al impartir estas materias (Brígido et al., 2010 y 2013a). Destacan emociones negativas como tensión, miedo, agobio o desesperación. En maestras de infantil con experiencia, el recuerdo emocionalmente negativo de su propio aprendizaje en secundaria hacia la física y la química, hace que eviten enseñar estos contenidos (Praderio, 2021).

Los maestros en formación inicial de educación infantil experimentan, durante su periodo de prácticas docentes, más emociones negativas hacia la enseñanza de las ciencias al compararlo con otros contenidos como el lenguaje o la psicomotricidad, entre otros (Bravo et al., 2019).

1.5. En los maestros en formación, existe relación entre la autoeficacia y las emociones hacia el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias.

La autoeficacia es la creencia en la propia competencia en la realización de una tarea (Bandura, 1986). Si un docente se considera competente en la enseñanza de una materia, tendrá más motivación y compromiso, considerando los retos como estimulantes, e intensificando los logros personales y sus expectativas de éxito. En cambio, los docentes con baja autoeficacia evitarán enseñar los conceptos difíciles, o les dedicarán menos tiempo.

Los resultados con el profesorado de primaria en formación (Brígido et al., 2013a) indican que para la enseñanza de la biología, hacia la que los estudiantes presentan emociones positivas, la autoeficacia no tiene influencia en sus emociones. En cambio, la autoeficacia sí influye en las emociones hacia la enseñanza de materias en que las emociones son más negativas. Los maestros en formación que tienen una alta autoeficacia hacia la enseñanza de la física y la química experimentan más emociones positivas y menos negativas hacia la enseñanza de estas materias, en comparación con los maestros que tienen baja autoeficacia (Brígido et al., 2013a; Hernández-Barco et al., 2021a). Los maestros en formación que, ante una situación problemática de enseñanza/aprendizaje de las ciencias, la afrontan y no la abandonan, expresan emociones positivas hacia estas materias.

1.6. Las emociones forman parte del conocimiento didáctico del contenido del profesorado de ciencias.

Shulman (1986) consideraba que además del conocimiento de la materia y del conocimiento psicopedagógico general, entre otros, los profesores desarrollan un conocimiento específico sobre la forma de enseñar su materia, que denominó el Conocimiento Didáctico del contenido (CDC). Este conocimiento es elaborado de forma personal por los docentes en la práctica de la enseñanza, constituye un cuerpo de conocimientos que distingue a la enseñanza como profesión y es una forma de razonamiento y acción didáctica por la cual los docentes transforman un contenido dado en representaciones comprensibles para sus estudiantes. Inicialmente las emociones no habían sido consideradas como parte del CDC. Sin embargo, en los últimos años numerosos autores consideran que las emociones sobre la enseñanza y el aprendizaje de cada materia deben formar parte del CDC del docente (Garritz, 2010;

Melo et al., 2017; Zembylas, 2007). El propio Shulman (2012) ha reconocido que el olvido de la parte afectiva fue una de las debilidades de las formulaciones iniciales sobre el CDC y defiende que las emociones deberían incorporarse al mismo.

1.7. Las emociones sobre las ciencias en maestros en formación están relacionadas con el género, siendo en los hombres más positivas hacia la física y química y en las mujeres más positivas hacia las ciencias naturales.

En la etapa de primaria con alumnado de 10 a 12 años, Del Rosal et al. (2019) encuentran que en el bloque de los seres vivos, las niñas tienen emociones más positivas que los niños y menos negativas. En secundaria, Borrachero (2015) señala que los chicos tienen emociones más positivas hacia la física y las chicas hacia la biología. En estudios con maestros en formación en la Universidad de Extremadura, Brígido et al. (2010) no encuentran diferencias significativas entre hombres y mujeres en las emociones hacia la enseñanza de las ciencias naturales, pero sí las encuentran en las emociones hacia la enseñanza de la física y química, donde los hombres expresan más emociones positivas que las mujeres y las mujeres más emociones negativas que los hombres. En la Universidad de Huelva, Retana-Alvarado et al. (2020) encuentran diferencias de género en las emociones de los maestros en formación inicial al cursar asignaturas de didáctica de la biología. Las mujeres experimentan emociones positivas con mayor intensidad que los hombres (entusiasmo, asombro, satisfacción, etc.); en cambio los hombres expresan emociones negativas con mayor intensidad que las mujeres (tensión, aburrimiento, frustración, etc.). Estos resultados se agudizan en estudios con el profesorado de secundaria en los que las mujeres muestran más intensidad que los hombres en las emociones hacia la enseñanza de la biología, tanto positivas como negativas, y los hombres más emociones positivas y menos negativas que las mujeres hacia la enseñanza de la física (Borrachero et al., 2014).

En estudios sobre actitudes hacia las ciencias Pérez y de Pro (2013) y Vázquez (2013) también encuentran diferencias en las actitudes de chicos y chicas, según las materias: a favor de los chicos en temas de física, química y tecnología, y a favor de las chicas en temas de salud y de ciencias de la vida.

Parte II: la intervención

Damasio (2010) señalaba que lo que acarrea emociones negativas sólo puede ser contrarrestado generando emociones positivas aún más fuertes. Esto significa que es necesario provocar emociones positivas hacia la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias que contrarresten las emociones negativas que pudieran haberse generado a lo largo de la escolaridad. Pero no hay que hacerlo en abstracto, al margen de los contenidos y de la actividad científica, sino con actividades y temas de ciencias. Izquierdo (2013) considera que hacer ciencia emociona, porque es la expresión del deseo de conocer y de comprender el mundo en el que vivimos.

Popper (1974) estableció la teoría de los tres mundos: el primero es el mundo material; el segundo incluye tanto los procesos de aprendizaje individual como la construcción histórica de conocimiento; el tercero es el producto final del

conocimiento estructurado en teorías (Manassero & Vázquez, 2019). En la enseñanza de las ciencias, y, especialmente de la física, a menudo se ha abusado de la transmisión de la ciencia como un conjunto de verdades acabadas e indiscutibles (mundo tres), alejadas tanto de las inquietudes de los estudiantes, como de la emoción que supuso en su momento histórico la construcción del conocimiento (mundo dos). Esta forma de plantear el aprendizaje científico, centrado en la explicación del docente y en el libro de texto, genera en muchos estudiantes actitudes y emociones negativas hacia determinadas materias, que se transfieren posteriormente a las que tienen como docentes cuando tienen que enseñarlas.

Davidson et al. (2020) señalan la noción de emociones epistémicas, en el sentido de aprender a sentirse como lo hacen los científicos en la construcción del conocimiento y considera que estas emociones deben formar parte de las experiencias de los estudiantes y docentes de ciencias. En su investigación con maestros de primaria, estos sintieron emociones epistémicas en la construcción del conocimiento, tales como la frustración, la perseverancia y el orgullo por su trabajo. Agen y Ezquerria (2021) en un estudio de indagación sobre la "caja negra" con maestros en formación, señalan la importancia de las emociones activadoras, tanto si son positivas como negativas.

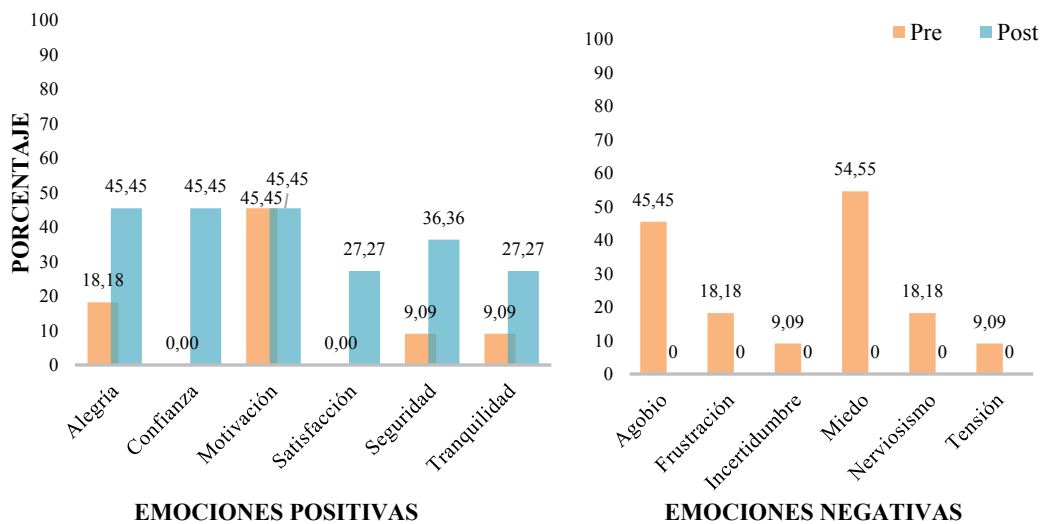
Los programas de intervención emocional que estamos llevando a cabo con maestros en formación inicial en la Universidad de Extremadura incorporan actividades científicas de indagación sobre situaciones problemáticas abiertas, que incluyan los diferentes procesos de la metodología científica. En algunos casos, estos programas incorporan también la relación de las emociones con actividades STEM (Mateos-Núñez et al., 2020), con metodologías invertidas (*flipped-classroom*) (González-Gómez et al., 2018), con las inteligencias múltiples de Gardner (2005) (Hernández-Barco et al., 2021a) con el aprendizaje por analogías (Esteban et al., 2017), o con las prácticas activas de laboratorio (Dávila et al., 2015; Marcos-Merino, 2019). Este tipo de actividades científicas, mejoran las emociones de los maestros en formación inicial (Ochoa de Alda et al., 2019) y en ejercicio (Nicolás et al., 2021).

A continuación, incluimos tres ejemplos de cómo varían las emociones de maestros en formación inicial al realizar actividades científicas. La primera actividad consistía en averiguar las variables de las que depende el periodo de oscilación del péndulo simple (Borrachero et al., 2017; Brígido, 2014). En ella se combina un problema abierto con actividades prácticas, guiando el desarrollo de procesos propios de la metodología científica, a la vez que se analizan las emociones que los mismos van generando en cada fase (Borrachero et al., 2019). En la figura 1 se muestra la evolución de estas emociones, medidas en porcentaje de los participantes, realizada en pequeños grupos, dentro de un programa de intervención emocional más amplio durante el curso 2009-10 con 11 maestros en formación, antes, durante y después de las prácticas. En cada fase del proceso científico hay una mezcla de emociones positivas y negativas: destacamos, después de la incertidumbre e inseguridad iniciales, las fases de experimentación y representación de los datos, que generan más emociones positivas, algunas tan interesantes como la sorpresa, la curiosidad o la confianza. La fase que genera más emociones negativas es la de averiguar qué regularidades existen, y qué leyes pueden inferirse de ellas. En esta fase aparecen emociones como frustración, incertidumbre, tensión o agobio, pero cuando son capaces de resolverlo y de aplicarlo a problemas

prácticos, les genera un aumento de la confianza y de la autoestima y emociones positivas como orgullo, alegría, motivación, satisfacción y gratificación. Como muestra incluimos el comentario recogido de una de las participantes "El final fue algo sorprendente, empezamos pensando que no éramos capaces y terminamos averiguando nosotros solos la gravedad de Badajoz, increíble de verdad. Yo personalmente sentí una gran satisfacción y la autoestima me subió, salí de allí con otros pensamientos totalmente opuestos a cuando empecé".

Tabla 1

Evolución de las emociones en la formación inicial de maestros de educación primaria tras una intervención basada en el cálculo del periodo de oscilación de un péndulo simple



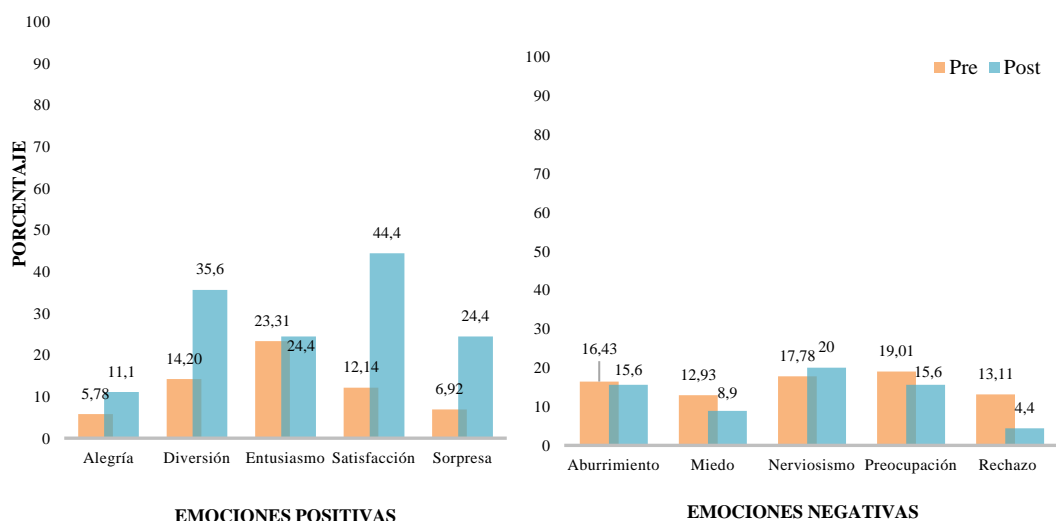
Otra de las intervenciones se ha llevado a cabo con una muestra de 45 maestros en formación inicial de educación primaria en la asignatura de Didáctica de la Materia y la Energía. En esta asignatura, hemos tomado como antecedentes otros estudios del grupo (Dávila et al., 2015) que señalan un aumento de emociones positivas y una disminución de las negativas después de realizar los seminarios de prácticas de laboratorio. El objetivo es generar emociones positivas hacia la física y la química, pero también eliminar concepciones alternativas hacia la ciencia y promover actitudes y comportamientos sostenibles. Se ha implementado una metodología híbrida de Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y Aprendizaje-Servicio (Hernández-Barco et al., 2021b). Esta intervención ha consistido en el diseño y la construcción de un filtro lento de arena, implementado en dos sesiones de 3 horas cada una. Para la recogida de datos se pasó un cuestionario de emociones antes y después de la actividad. La sostenibilidad como concepto está convirtiéndose en un contexto común para la enseñanza de las ciencias y la promoción de valores universales (como el respeto por los derechos humanos, desarrollo integral o procesos democráticos). Esta intervención se desarrolla siguiendo la metodología científica y ha permitido el trabajo de

contenidos científicos relacionados con fluidos, clasificación de la materia, densidad o medida de volúmenes.

En la figura 2 se observa cómo, tras la intervención, aumentan las emociones positivas (alegría, diversión, entusiasmo, satisfacción y sorpresa) y disminuyen las emociones negativas (aburrimiento, miedo, preocupación y rechazo). Se obtiene un aumento de la emoción activadora nerviosismo. Cuando le preguntamos por las causas por las que han sentido las emociones positivas, los futuros maestros señalan como principales motivos el haber trabajado en grupo, y en segundo lugar la metodología seguida por el docente. La causa principal a la que atribuyen las emociones negativas son el propio contenido trabajado. El 82,2% de los maestros en formación concluyen que el haber realizado esta intervención como estudiantes influirá de forma decisiva en la manera en la que enseñarán ciencias cuando sean maestros en activo.

Figura 2

Evolución de las emociones en la formación inicial de maestros de educación primaria tras una intervención en física y química



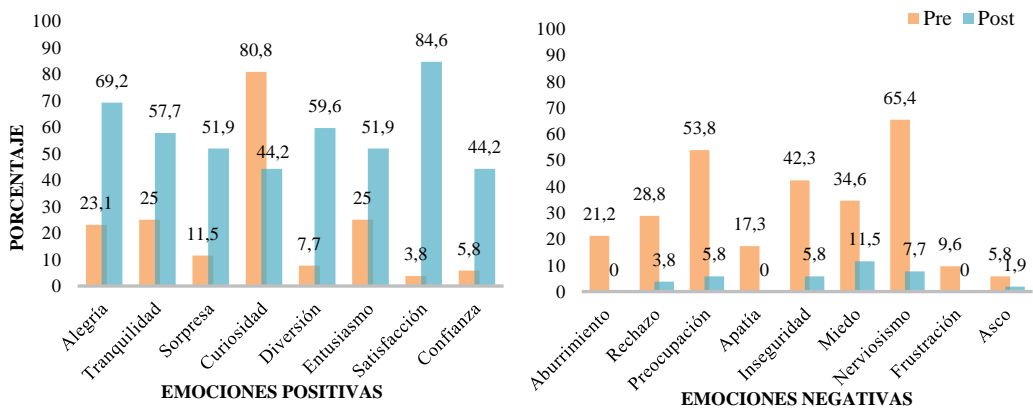
Con respecto al aprendizaje de la biología, y aunque es de las áreas que más emociones positivas despierta en los estudiantes, hay contenidos que tienden a despertar emociones negativas, como aquellos relacionados con los insectos (Wagler & Wagler, 2012). Por ello, se analiza la evolución de las emociones que experimentaron 52 maestros en formación inicial de Educación Infantil al realizar una salida al medio natural en la que se trabajaban contenidos relacionados con la polinización. Esta experiencia se realiza en el tercer curso del grado, durante la asignatura “Conocimiento del Medio Natural en Educación Infantil”, y en ella los futuros maestros tenían que recoger, observar e identificar diferentes artrópodos (principalmente insectos y arácnidos) y flores, para lo que se utilizaron materiales propios del ámbito científico, como placas Petri, lupas o redes. Tanto antes como después de realizar esta actividad, los futuros maestros respondieron a un cuestionario de emociones, cuyos datos se

analizaron cuantitativamente mediante el software SPSS.

En la figura 3 se muestra como inicialmente experimentan pocas emociones positivas, a excepción de la curiosidad, mientras que al finalizar la salida al medio natural estas aumentan significativamente. Este cambio es especialmente notable en la sorpresa, la diversión, la satisfacción o la confianza. Las emociones negativas evolucionan de manera contraria: inicialmente son altamente experimentadas por los futuros maestros y descienden bruscamente al finalizar la salida al medio natural. Algunas, como el aburrimiento, la apatía o la frustración, incluso llegan a desaparecer después de llevar a cabo esta actividad. Estos cambios son estadísticamente significativos en todas las emociones analizadas ($p < 0.05$), excepto en el asco ($p = 0.157$).

Figura 3

Evolución de las emociones en la formación inicial de maestros de educación infantil en una salida al medio natural



Implicaciones para la formación inicial de maestros

Los datos presentados en la primera parte nos indican que las emociones influyen en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias en los maestros y maestras en formación inicial. El recuerdo de las emociones de su etapa escolar hacia las distintas materias de ciencias se transfiere a la enseñanza de estas materias durante sus prácticas de enseñanza. Las emociones son generalmente positivas hacia contenidos relacionados con las ciencias de la vida; sin embargo, las emociones negativas hacia la enseñanza y aprendizaje de la física y química, especialmente hacia la física, constituye un grave problema en la formación de maestros, ya que, si esta situación no mejora, estos futuros docentes transferirán a sus propios estudiantes emociones negativas hacia los contenidos relacionados con la física y la química (Becker et al., 2014). Durante la formación inicial hay que romper este círculo vicioso y dotar a los futuros docentes de conocimientos y de competencias tanto cognitivas como emocionales (Bisquerra & Pérez, 2007).

Consideramos con Oosterheert y Vermunt (2001) que la regulación emocional es un componente funcional para aprender a enseñar ciencias. Los tres ejemplos recogidos en la segunda parte del artículo nos sirven para mostrar los beneficios afectivos que supone la implementación de actividades prácticas basadas en la metodología científica y cómo a través de estas actividades se modifican las emociones epistemológicas. Como en otros trabajos de distintas universidades (Agen & Ezquerro, 2021; Retana-Alvarado et al., 2020), las actividades de indagación/investigación científica hacen que aumenten las emociones positivas hacia la enseñanza/aprendizaje de las ciencias y disminuyan las negativas. El planteamiento de retos, problemas y desafíos científicos en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria provoca una evolución positiva en las emociones de los mismos. En este mismo número, se señala la importancia de las metodologías de indagación (Tierno et al., en prensa) y de activación de pensamiento crítico (Hierrezuelo et al., en prensa) en la formación de maestros.

La realización de este tipo de propuestas didácticas hace que surjan emociones que son activadoras en el aprendizaje de las ciencias, como el nerviosismo, la curiosidad, el asombro, el entusiasmo, la frustración o la preocupación, indistintamente de que su valencia sea negativa o positiva. Melo et al. (2017) consideran que un exceso de emociones negativas, sin estrategias didácticas viables, puede llevar a la frustración y a la parálisis, pero un exceso de emociones positivas puede mantener al profesor en una zona de confort en la que no vea la necesidad de cambiar. Entre las emociones, Marcos-Merino et al. (2022) destacan la frustración como emoción depresora que limita el aprendizaje, y el nerviosismo como emoción estimulante que puede favorecerlo. El mayor potencial para el cambio se encuentra en una combinación de emociones activadoras, tanto positivas como negativas, siempre que el profesor pueda controlar las negativas y se sienta con capacidad y competencia para transformarlas, para que le supongan un estímulo y una motivación en su propia realización personal y profesional.

Conocemos que la autoeficacia, o creencia en la propia competencia, está estrechamente relacionada con la autorregulación emocional y es una variable que ayuda a predecir la conducta en el aula de los docentes y el logro de los estudiantes (Cakiroglu et al., 2012). A través de las experiencias de intervención pretendemos aumentar la autoeficacia y la autorregulación cognitiva y emocional de los participantes en el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias (Borrachero et al., 2019). Para ello es necesario considerar las emociones en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria en función del efecto que provocan durante su aprendizaje en las ciencias. Debemos centrar nuestros futuros estudios e intervenciones en acentuar aquellas que estimulen las emociones epistémicas activadoras, puesto que desembocan en una mayor motivación e interés hacia la realización de tareas. Nuestro propio reto es, a través de actividades científicas creativas y estimulantes, conseguir sustituir las emociones negativas por la pasión, la curiosidad, la sorpresa, la determinación, y tantas emociones positivas, que a lo largo de la historia han hecho de la actividad científica una aventura del pensamiento y una empresa profundamente humana.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto GR21047 de la Junta de Extremadura y el Fondo de Desarrollo Regional, así como por el Proyecto PID2020-115214RB-I00 financiado por MCIN/AEI/10.13039/501100011033/ y por FEDER Una manera de hacer Europa. Elena Bravo Lucas agradece a la Junta de Extremadura y el Fondo de Desarrollo Regional por la concesión de un contrato FPI predoctoral (PD18045). Miriam Andrea Hernández Del Barco agradece al Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades su beca predoctoral (BES-2017-081566).

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses con las entidades financiadoras.

Contribuciones de los autores

Los cuatro autores han participado en el diseño y la redacción del artículo. Las tres experiencias de intervención pertenecen a las tesis doctorales de Elena Bravo Lucas, María Brígido Mero y Miriam Andrea Hernández del Barco. Todos los autores declaran que han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Referencias

- Agen, F., y Ezquerro, A. (2021). Análisis de las emociones en el trabajo de indagación "la caja negra". *Investigación en la Escuela*, 103, 125-138. <https://doi.org/10.12795/IE.2021.i103.09>
- Aydogan, H., Bozkurt, F., y Coskun, H. (2015). An Assessment of Brain Electrical Activities of Students toward Teacher's Specific Emotions. *International Journal of Social, Behaviors, Educational, Economic, Business and industrial Engineering*, 9(6), 1977-2000. doi.org/10.5281/zenodo.1107796
- Bandura, A. (1977). Self-efficacy: toward unifying theory of behavior change. *Psychological Review*, 84, 191-215. <https://doi.org/10.1037/0033-295X.84.2.191>
- Becker, E., Goetz, T., Morger, V., y Ranellucci, J. (2014). The importance of teachers' emotions and instructional behavior for their students' emotions. An experience sampling analysis. *Teaching and Teacher Education*, 43(1), 15-26. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2014.05.002>
- Bisquerra, R. (2000). *Educación emocional y bienestar*. Praxis.
- Bisquerra, R., y Pérez, N. (2007). Las competencias emocionales. *Educación XXI*, 10, 61-82.
- Borrachero, A. B. (2015). *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias en Educación Secundaria*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- Borrachero, A. B., Brígido, M., Dávila, M. A. Costillo, E., Cañada, F., y Mellado, V. (2019). Improving the self-regulation in prospective science teachers: the case of the calculus of the period of a simple pendulum. *Heliyon*, 5, e02827. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2019.e02827>
- Borrachero, A. B., Brígido, M., Mellado, L., Costillo, E., y Mellado, V. (2014). Emotions in prospective secondary teachers when teaching science content, distinguishing

- by gender. *Research in Science & Technological Education*, 32(2), 182-215. <https://doi.org/10.1080/02635143.2014.909800>
- Borrachero, A. B., Dávila, M. A., Costillo, E., y Mellado, V. (2017). Las emociones del futuro profesorado de secundaria de ciencias y matemáticas, tras un programa de intervención. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 17-39. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2008>
- Bravo, E., Costillo, E., Bravo, J. L., y Borrachero, A. B. (2019). Emociones de los futuros maestros de educación infantil en las distintas áreas del currículo. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado*, 23(4), 196-214. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i4.11717>
- Brígido, M. (2014). *Programa metacognitivo de intervención emocional en la enseñanza de las ciencias experimentales para maestros de primaria en formación inicial*. Tesis Doctoral. Universidad de Extremadura.
- Brígido, M., Bermejo, M. L., Conde, M. C., y Mellado, V. (2010). The emotions in teaching and learning Nature Sciences and Physics/Chemistry in pre-service primary teachers. *US-China Education Review*, 7(12), 25-32.
- Brígido, M., Borrachero, A. B., Bermejo, M. L., y Mellado, V. (2013a). Prospective primary teachers' self-efficacy and emotions in science teaching. *European Journal of Teacher Education*, 36(2), 200-217. <https://doi.org/10.1080/02619768.2012.686993>
- Brígido, M., Caballero, A., Bermejo, M. L., Conde, M. C., y Mellado, V. (2009). Las emociones en ciencias de maestros de Educación Primaria en prácticas. *Campo Abierto*, 28(2), 153-177.
- Brígido, M., Couso, D., Gutiérrez, C., y Mellado, V. (2013b). The Emotions about Teaching and Learning Science: A Study of Prospective Primary Teachers in Three Spanish Universities. *Journal of Baltic Science Education*, 12(3), 299-311.
- Cakiroglu, J., Capa-Aydin, Y., y Woolfolk Hoy, A. (2012). Science Teaching Efficacy Beliefs, en B. J. Fraser, K., Tobin y C. McRobbie (Eds.), *Second International Handbook of Science Education* (Vol. 1, pp. 449-462). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4020-9041-7_31
- Damasio, A. (1996). *El error de Descartes*. Crítica.
- Damasio, A. (2005). *En busca de Spinoza*. Crítica.
- Damasio, A. (2010). *Y el cerebro creó al hombre*. Destino
- Davidson, S. G., Jaber, L. Z., y Southerland, S. A. (2020). Emotions in the doing of science: Exploring epistemic affect in elementary teachers' science research experiences. *Science Education*, 104(6), 1008-1040. <https://doi.org/10.1002/sce.21596>
- Dávila, M. A., Borrachero, A. B., Cañada, F., Martínez, G., y Sánchez, J. (2015). Evolución de las emociones que experimentan los estudiantes del grado de maestro en educación primaria, en didáctica de la materia y la energía. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(3), 550-564. http://doi.org/10.25267/rev_eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i3.12
- Dávila, M. A., Cañada, F., Sánchez-Martín, J., Airado, D., y Mellado, V. (2021). Emotional performance on physics and chemistry learning. The case of Spanish K-9 and K-10 students. *International Journal of Science Education*, 43(6), 823-843. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1889069>

- Del Rosal, I., y Bermejo, M. L. (2018). ¿Qué emociones experimentan los alumnos de Educación Primaria en la asignatura de Ciencias de la Naturaleza? Análisis del bloque Materia y Energía. *Revista INFAD*, 1(1), 377-385. <https://doi.org/10.17060/ijodaep.2018.n1.v2.1245>
- Del Rosal, I., Bermejo, M. L., y Cañada, F. (2019). Estudio de las emociones y sus causas en la enseñanza-aprendizaje de los seres vivos en educación primaria. *Bio-grafía. Escritos sobre biología y su enseñanza*, 12(22), 75-86. <https://doi.org/10.17227/bio-grafia.vol.11.num22-8983>
- Del Rosal, I., Moreno-Manso, J. M., y Bermejo, M.L. (2018). Inteligencia emocional y rendimiento académico en futuros maestros de la Universidad de Extremadura. *Profesorado. Revista de Curriculum y Formación del Profesorado*, 22(1), 257-275. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v22i1.9928>
- Dos Santos, F. M. T., y Mortimer, E. F. (2003). How emotions shape the relationship between a chemistry teacher and her high school students. *International Journal of Science Education*, 25(9), 1095-1110. <https://doi.org/10.1080/0950069032000052216>
- Esteban, R., Marcos-Merino, J. M., y Ochoa de Alda, J. A. G. (2017). Introducción de la evolución molecular a través de una analogía lingüística. *Enseñanza de las ciencias, Extra*, 3669-3675.
- Fernández-Abascal, E., Martín, M., y Domínguez, J. (2001). *Procesos psicológicos*. Ediciones Pirámide.
- Gardner, H. (2005). *Inteligencias múltiples. La teoría en la práctica*. Paidós.
- Garritz, A. (2010). Pedagogical Content Knowledge and the affective domain of Scholarship of Teaching and Learning, *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 4(2), 1-6. <https://doi.org/10.20429/ijstol.2010.040226>
- González-Gómez, D., Su, J., Gallego, A., y Cañada, F. (2018). Influencia de la metodología flipped en las emociones sentidas por estudiantes del Grado de Educación Primaria en clases de ciencias dependiendo del bachillerato cursado. *Educación Química*, 29(1). <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63698>
- Hargreaves, A. (1998). The emotions of teaching and educational change. En A. Hargreaves, A. Lieberman, M. Fullan y D. Hopkins (eds.), *International handbook of educational change* (pp. 558-575). Kluwer Academic Publishers.
- Hernández-Barco, M., Cañada-Cañada, F., Corbacho-Cuello, I., y Sánchez-Martín, J. (2021a). An Exploratory Study Interrelating Emotion, Self-Efficacy and Multiple Intelligence of Prospective Science Teachers. *Frontiers in Education*, 6, 604791. <https://doi.org/10.3389/feduc.2021.604791>
- Hernández-Barco, M., Sánchez-Martín, J., Corbacho-Cuello, I., y Cañada-Cañada, F. (2021b). Emotional Performance of a Low-Cost Eco-Friendly Project Based Learning Methodology for Science Education: An Approach in Prospective Teachers. *Sustainability*, 13, 3385. <https://doi.org/10.3390/su13063385>
- Hierrezuelo, J. M., Franco, A. J., y Blanco, A. (en prensa). Percepciones de docentes en formación inicial sobre sus habilidades de pensamiento crítico. Impacto de un programa formativo centrado en dilemas socio-científicos. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*.

- Izquierdo, M. (2013). La química ¿emociona? En V. Mellado, L.J. Blanco, A.B. Borrachero y J.A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp.307-328). DEPROFE.
- Lasky, S. (2000). The Cultural and Emotional Politics of Teacher-Parent Interactions. *Teaching and Teacher Education*, 16(8), 843-860. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(00\)00030-5](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(00)00030-5)
- Lenke, J. L. (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.
- Manassero, M. A., y Vázquez, A. (2019). Conceptualización y taxonomía para estructurar los conocimientos acerca de la ciencia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(3), 3104. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2019.v16.i3.3104>
- Marcos-Merino, J. M. (2019). Análisis de las relaciones emociones-aprendizaje de maestros en formación inicial con una práctica activa de Biología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1603. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2019.v16.i1.1603>
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R., y Ochoa de Alba, J. A. G. (2022). Conocimiento previo, emociones y aprendizaje en una actividad experimental de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 107-124. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3361>
- Mateos-Núñez, M., Martínez, G., y Naranjo, F. (2020). Learning Science in Primary Education with STEM Workshops: Analysis of Teaching Effectiveness from a Cognitive and Emotional Perspective. *Sustainability*, 12, 3095. <https://doi.org/10.3390/su12083095>
- Mellado, V., Borrachero, B., Brígido, M., Melo, L., Dávila, M., Cañada, F., Conde, C., Costillo, E., Cubero, J. Esteban, R., Martínez, G., Ruíz, C., Sánchez, J., Garritz, A., Mellado, L., Vázquez, R., y Bermejo, M. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, 32(3), 11-36. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>
- Melo, L., Cañada, F., y Mellado, V. (2017). Exploring the Emotions in Pedagogical Content Knowledge about the Electric Field. *International Journal of Science Education*, 39(8), 1025-1044. <http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2017.1313467>
- Mora, F. (2008). *El reloj de la sabiduría. Tiempos y espacios en el cerebro humano*. Alianza Editorial.
- Nicolas, C., Limiñana, R., Menargues, A., Rosa, S., y Martínez, J. (2021). ¿Es factible cambiar la enseñanza de las ciencias en primaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 39(3), 135-156. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3260>
- Ochoa de Alda, J., Marcos-Merino, J. M., Méndez, F. J., Mellado, V., y Esteban, R. (2019). Emociones y aprendizaje de la biología, una asociación duradera. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 43-61. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2598>
- Oosterheert, I. E., y Vermunt, J.D. (2001). Individual differences in learning to teach: relating cognition, regulation and affect. *Learning and Instruction*, 11, 133-156. [https://doi.org/10.1016/S0959-4752\(00\)00019-0](https://doi.org/10.1016/S0959-4752(00)00019-0)
- Pekrun, R., Hall, N., Goetz, T., y Perry, R. (2014). Boredom and academic achievement: Testing a model of reciprocal causation. *Journal of Educational Psychology*, 106(3), 696-710. <https://doi.org/10.1037/a0036006>

- Pérez, A., y de Pro, A. (2013). Estudio demoscópico de lo que sienten y piensan los niños y adolescentes sobre la enseñanza formal de las ciencias. In V. Mellado, L. J. Blanco, A. B. Borrachero y J. A. Cárdenas (Eds.), *Las Emociones en la Enseñanza y el Aprendizaje de las Ciencias y las Matemáticas* (pp.495-520). DEPROFE.
- Pintrich, P. R., Marx, R. W., y Boyle, R. A. (1993). Beyond cold conceptual change: the role of motivational beliefs and classroom contextual factors in the process of conceptual change. *Review of Educational Research*, 63(2), 167-199. <https://doi.org/10.2307/1170472>
- Popper K. (1974). *Conocimiento Objetivo*. Editorial Tecnos.
- Praderio, F. N. (2021). Impacto de las emociones docentes sobre la planificación y la enseñanza de las ciencias naturales en educación infantil. Tesis doctoral inédita. Universidad de Extremadura.
- Retana-Alvarado, D. A., de las Heras Pérez, M. A. y Jiménez-Pérez, R. (2020). ¿Puede influir una práctica docente emocional en el cambio de emociones del alumnado? Un estudio en la formación inicial de maestros. *Investigación en la Escuela*, 102, 16-31. <http://doi.org/10.12795/IE.2020.i102.02>
- Sanchez-Martín, J., Cañada, F., y Dávila, M. A. (2018). Emotional responses to innovative science teaching methods: acquiring emotional data in a general science teacher education class. *Journal of Technology and Science Education*, 8(4), 346-359. <http://dx.doi.org/10.3926/jotse.408>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (2012). Keynote at the PCK Summit. Colorado Springs, octubre 20-25 de 2012. <http://pcksummit.bsccs.org/>
- Tierno, S. P., Solbes, J., Gavidia, V., y Tuzón, P. (en prensa). La formación científica y didáctica en el grado de Maestro en Educación Primaria y la presencia de la indagación según el profesorado. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*.
- Vázquez, A. (2013). La educación científica y los factores afectivos relacionados con la ciencia y tecnología. En V. Mellado, L. J. Blanco, A. B. Borrachero y J. Cárdenas (eds.): *Las emociones en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias y las matemáticas*, Vol.I (pp. 245-278). DEPROFE.UEX.
- Vázquez, A., y Manassero, M. A (2007). En defensa de las actitudes y emociones en la educación científica (I): evidencias y argumentos generales. *Revista Eureka de Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(2), 247-271. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2007.v4.i2.03
- Wagler, R., y Wagler, A. (2012). External insect morphology: A negative factor in attitudes toward insects and likelihood of incorporation in future science education settings. *International Journal of Environmental and Science Education*, 7(2), 313-325.
- Weiner, B. (1986). *An Attributional theory of motivation and emotion*. Springer.
- Zembylas, M. (2007). Emotional ecology: The intersection of emotional knowledge and pedagogical content knowledge in teaching. *Teaching and Teacher Education*, 23(4), 355-367. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.12.002>

Alfabetización ambiental del profesorado de Educación Infantil y Primaria en formación inicial

Alicia GUERRERO FERNÁNDEZ
Fátima RODRÍGUEZ MARIN
Emilio SOLÍS RAMÍREZ
Ana RIVERO GARCÍA

Datos de contacto:

Alicia Guerrero Fernández
Universidad de Sevilla
aliciaguerrero@us.es

Fátima Rodríguez Marín
Universidad de Sevilla
frdmar@us.es

Emilio Solís Ramírez
Universidad de Sevilla
esolis@us.es

Ana Rivero García
Universidad de Sevilla
arivero@us.es

Recibido: 02/12/2021
Aceptado: 04/04/2022

RESUMEN

La alfabetización ambiental de la ciudadanía se ha convertido en una necesidad ante la grave situación de crisis ecosocial en la que nos encontramos. Para lograrlo, es esencial formar a los docentes de los niveles básicos de enseñanza, de manera que puedan orientar la enseñanza de las ciencias hacia la toma de conciencia de los problemas socioambientales de nuestro mundo y promueva conductas responsables desde una perspectiva crítica, reflexiva, activa y resiliente. Dichas conductas deben incluir acciones individuales y colectivas dirigidas a mitigar los problemas, pero también a promover la adaptación a un posible futuro contexto de decrecimiento. Este trabajo persigue dos objetivos: 1) Describir la alfabetización ambiental de los docentes en las tres dimensiones contempladas: a) conocimientos y habilidades, b) actitudes y emociones y c) comportamientos ambientales; 2) Avanzar en la detección de posibles tendencias en relación con las dimensiones planteadas. Ambos objetivos persiguen proponer una revisión en profundidad de la formación del profesorado atendiendo a los retos que plantea mejorar la alfabetización ambiental de los futuros docentes. Se utiliza el Cuestionario de Dimensiones Ambientales (CDA) con 162 futuros docentes de Educación Infantil y Educación Primaria. El análisis estadístico realizado permite caracterizar a los participantes en un nivel ecocéntrico (nivel medio de conocimientos y comportamientos ambientales y nivel alto de actitudes) y detectar algunas tendencias en algunas de las dimensiones estudiadas.

PALABRAS CLAVE: Alfabetización Ambiental; Formación Inicial; Educación Primaria; Educación Infantil, Cuestionario.

Environmental literacy of teachers in initial training in Early childhood and Primary Education

ABSTRACT

Citizenry's environmental literacy has become a necessity in view of the serious eco-social crisis in which we find ourselves. To achieve this, it is essential to train teachers at the basic levels of education so that they can guide science teaching towards awareness of the socio-environmental problems of our world and promote responsible behaviour from a critical, reflective, active and resilient perspective. These behaviours should include individual and collective actions aimed at mitigating the problems, but also at fostering adaptation to a possible future context of degrowth. This work has two objectives: 1) To describe the environmental literacy of teachers in three dimensions: a) knowledge and skills, b) attitudes and emotions, and c) environmental behaviours; 2) To advance in the identification of possible trends in relation to these dimensions. Both objectives aim to propose an in-depth review of teacher training in order to address the challenges of improving the environmental literacy of future teachers. The Environmental Dimensions Questionnaire (EDQ) was used with 162 prospective early childhood and primary school future teachers. The statistical analysis carried out allows us to characterise the participants at an ecocentric level (medium level of environmental knowledge and behaviour and high level of attitudes) and to detect some trends in some of the dimensions studied.

KEYWORDS: Environmental Literacy; Preservice teacher; Primary Education; Early Childhood Education; Questionnaire.

Introducción

Nos encontramos en una situación de crisis caracterizada por el cambio climático, el agotamiento de recursos naturales, la acumulación de residuos y la pérdida de biodiversidad, en la que el término “crisis” (Klinenberg et al., 2020) se usa para reflejar con mayor claridad la urgencia de hacer frente a esta realidad. Es preciso, además, llamar la atención sobre los problemas sociales que emergen y que contribuyen a ella, tales como las formas de consumo -desigual-, las migraciones, la pobreza, las alteraciones causadas por desastres climáticos, las transformaciones laborales o los cambios en los paisajes y sus usos (Calero et al., 2019), lo que nos permite caracterizar la situación como de grave crisis ecosocial. Como indican Álvarez-García et al. (2019): “No hay varias crisis, una ecológica, otra social, etc. Hay una única y compleja crisis ecosocial que demanda *otras formas de economizar y de repensar las ideas de la justicia social y ambiental*” (p.41).

Diversos organismos internacionales lanzan propuestas instando a tomar medidas de manera apremiante, como es el caso de la Agenda 2030 de las Naciones Unidas, en la que se presentan los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible –ODS-, que persiguen

abordar la situación, aunque desde una perspectiva limitada, debido a que el concepto de crecimiento aparece como nuclear (Meira, 2015), estando ausente el de límite (Rodríguez-Marín et al., 2020).

En este contexto, desarrollar la Alfabetización Ambiental (ALFAM en adelante) (Roth, 1992) de la ciudadanía resulta especialmente relevante, pues favorece la comprensión de la situación actual, la percepción del riesgo para nuestra supervivencia y el desarrollo de habilidades y comportamientos que promuevan formas de organización social democráticas, justas y resilientes. Para ello, la educación constituye un pilar clave por diversas razones: a) La comunidad científica presenta directamente información que la ciudadanía debe comprender y valorar (Gunckel et al., 2012); b) La comprensión de los problemas socioambientales y la construcción de un mundo sostenible, requiere generar sistemas complejos de conocimientos (Smederevac-Lalic, et al. 2020), a los que las personas se acercan, fundamentalmente, en los contextos de educación formal; c) Es una herramienta de cambio (Moreno-Fernández & García-Pérez, 2013) capaz de generar transformaciones significativas y de formar a la ciudadanía, especialmente mediante la Educación Ambiental.

Siempre que se plantean cambios curriculares, es imprescindible acompañarlos de la formación del profesorado, pues son la clave para desarrollar con éxito reformas o innovaciones curriculares (Fullan, 1991). Diversos autores defienden la necesidad de incluir contenidos ambientales en la formación inicial docente, pues se necesita un profesorado responsable, comprometido y formado (Cebrián & Junyet, 2014), algo que exige conocer el punto de partida.

Son escasos aún los estudios que analizan la ALFAM de los docentes en formación, tanto a nivel internacional (Pe'er et al., 2007; Tuncer et al., 2014; Yavetz et al., 2009) como nacional (Álvarez-García et al., 2015; Marcos-Merino et al., 2020; Sureda-Negre et al., 2014), y los disponibles ofrecen resultados dispares. Este trabajo pretende aportar nuevos resultados, en aras de ir fortaleciendo las conclusiones en este campo. En concreto, los objetivos que nos planteamos son:

1. Describir la ALFAM de los docentes en tres dimensiones: a) conocimientos y habilidades, b) actitudes y emociones y c) comportamientos ambientales; 2) Avanzar en la detección de posibles tendencias en relación con las dimensiones planteadas.

Ambos objetivos persiguen proponer una revisión de la formación docente haciendo frente a los retos que plantea una mejora en la ALFAM del futuro profesorado.

Alfabetización ambiental

La ALFAM, según Roth (1992), Stables y Bishop (2001) y Gunckel et al. (2012), se entiende como la capacidad de reflexionar acerca de la interrelación entre los sistemas sociales y la biosfera, y de su predisposición a tomar decisiones y emprender medidas, individuales y colectivas, encaminadas a mejorarlas y respetarlas. Abarca diferentes

dimensiones interdependientes: conocimientos y habilidades, comportamientos y valores.

Las relaciones que establecen los sistemas sociales con la biosfera (con los recursos, los materiales y los flujos de energía del planeta) es definida por algunos autores como metabolismo social (Fernández y González, 2018). La comisión europea promueve iniciativas que favorezcan un metabolismo circular, basado en extraer el máximo valor de cada producto y, al mismo tiempo, minimizar las emisiones y los residuos (EU, 2016). Pero en los modelos de desarrollo socioeconómicos dominantes, este metabolismo social tiene un carácter lineal, basado en la extracción abusiva de los recursos naturales y en una gran emisión de residuos que tienden a acumularse. Así, el desarrollo social y económico sobrepasa los límites de la biosfera (Latouche, 2009, 2012), algo insostenible a largo plazo que generaría una situación de decrecimiento bastante probable en un futuro próximo (Taibo, 2017).

Se precisa una ALFAM que favorezca la toma de conciencia de esta realidad y que, desde una perspectiva crítica, activa y resiliente, fomente conductas responsables a través de acciones individuales y colectivas dirigidas a mitigar los problemas y a promover la adaptación de forma ordenada y justa a un contexto con menos recursos (García-Díaz et al., 2019).

Formación inicial docente

En el caso de la formación inicial, que es la que nos ocupa en este trabajo, investigaciones como las de Álvarez-García et al. (2018), Goldman et al. (2006), Michail et al. (2007), Pe'er et al. (2007) y Yavetz et al. (2009), ponen de manifiesto que existe un grado de ALFAM claramente bajo en los y las estudiantes, aunque no homogéneo en todos sus componentes.

Así, en relación con los conceptos básicos, los estudios detectan un nivel que califican entre bajo e inaceptable (Coyle, 2005; Muda et al., 2011; Tuncer et al., 2009, 2014), reflejando que no son capaces de identificar, investigar y evaluar los problemas y cuestiones socioambientales ni las interrelaciones entre los sistemas naturales y sociales. Sin embargo, el estudio de Marcos-Merino et al. (2020), arroja resultados en sentido contrario, lo que podría estar indicando un cambio en la situación en los últimos años, donde las cuestiones socioambientales han adquirido mayor presencia.

Por otro lado, las actitudes suelen ser claramente positivas (Goldman et al., 2006; Pe'er et al., 2007; Tuncer et al., 2009; Muda et al., 2011; Álvarez-García et al., 2018; Marcos-Merino et al., 2020), manifestando discrepancia entre bajos conocimientos y alto nivel de actitudes. Para algunos autores, estos resultados muestran que no es necesario un conocimiento profundo para desarrollar actitudes proambientales (Pe'er et al., 2007), lo cual nos lleva a plantearnos qué conocimientos enseñar y a qué nivel de profundidad. Para otros, estos resultados son indicativos de la escasa influencia de la educación formal y la importancia del ámbito personal en el aprendizaje (Tuncer et al., 2014), evidenciando la necesidad de introducir cambios profundos en la formación docente.

Por último, los comportamientos ambientales suelen encontrarse en un nivel intermedio, con diferencias según a qué los refiramos (Goldman et al., 2006; Tuncer et al., 2014).

Además de caracterizar el pensamiento docente, algunos investigadores han intentado definir distintos niveles de ALFAM.

Roth (1992) propone la nominal, la funcional y la operacional. La ALFAM nominal viene definida por la capacidad de reconocer ciertos términos y desarrollar sensibilidad hacia el medio ambiente, con conocimientos muy rudimentarios acerca de cómo funcionan e interaccionan entre sí los sistemas siconaturales. La funcional se reconoce por un conocimiento más amplio y la capacidad de evaluar un problema sobre pruebas sólidas y valores personales. Y, la operacional, supera a la funcional tanto en amplitud como en profundidad de los conocimientos y las habilidades, que evalúan los impactos y las consecuencias de las acciones, desde lo local hasta lo global. Liang et al. (2018), en cambio, tienen en cuenta los conocimientos, las actitudes y los comportamientos para definir dos niveles: ecocéntrico (nivel moderado de conocimientos, nivel moderado de comportamientos y nivel alto de actitudes) y egocéntrico (nivel bajo de conocimientos, nivel moderado de actitudes y nivel bajo comportamientos).

Metodología

Muestra y datos demográficos de la misma

La muestra de este estudio está constituida por 162 estudiantes de los Grados de Educación Primaria y de Educación Infantil de la Universidad de Sevilla. Estaban cursando las asignaturas Didáctica de las Ciencias Experimentales (en 2º curso de Educación Primaria), Enseñanza del Entorno Natural y Conocimiento del Medio Social (ambas en tercer curso de Educación Infantil). Se trata de una muestra intencional y de conveniencia, que aceptó participar voluntariamente en este estudio tras ser informada de los objetivos de la investigación y haber sido garantizado su anonimato y el tratamiento ético de los resultados.

En lo que se refiere al Grado, el 64.81 % de los encuestados pertenecen al Grado de Educación Infantil (EI) y 35.19 % al Grado de Educación Primaria (EP).

Las edades oscilan entre los 18 y los 45 años, no obstante, el grueso de la muestra (95.06 %) se encuentra entre los 18 y 23 en ambos Grados. De los participantes, 19 son hombres (11.73 %) y 143 mujeres (88.27 %).

La mayoría (64.20 %) accede a la universidad a través de las pruebas de acceso. Solamente tres (1.85 %) han accedido a través de la prueba para mayores de 25 años y 55 estudiantes (33.95 %) lo ha hecho a través de Ciclos Formativos de Grado Superior. De estos últimos, la mayoría (80 %) se encuentran matriculados en el grado de EI. El Bachillerato cursado es, mayoritariamente, el de Ciencias Sociales (85.19 %), mientras que es minoritario el Científico Tecnológico (13.58 %) y excepcional el de Arte (cursado por dos estudiantes, el 1.23 %). De entre los datos demográficos, cabe

resaltar para esta investigación las fuentes que utilizan para informarse sobre temáticas socioambientales. Los resultados son los que figuran en la tabla 1.

Tabla 1

Porcentaje de utilización de fuentes de información sobre temas socioambientales

Fuente	Número	Porcentaje
Televisión	144	88.89
Radio	13	8.02
Internet	141	87.03
Redes sociales	141	87.03
Revistas/periódicos	23	14.20
Clases/cursos	37	22.84
Libros	21	12.96
Amigos/ familiares	80	49.38
Ninguna fuente	1	0.61
Otra	1	0.61

La televisión es el medio más utilizado, casi igualado con internet y redes sociales, seguido un poco más de lejos por los amigos/familiares. Las opciones clases, revistas y libros son bastante minoritarias en comparación con las anteriores.

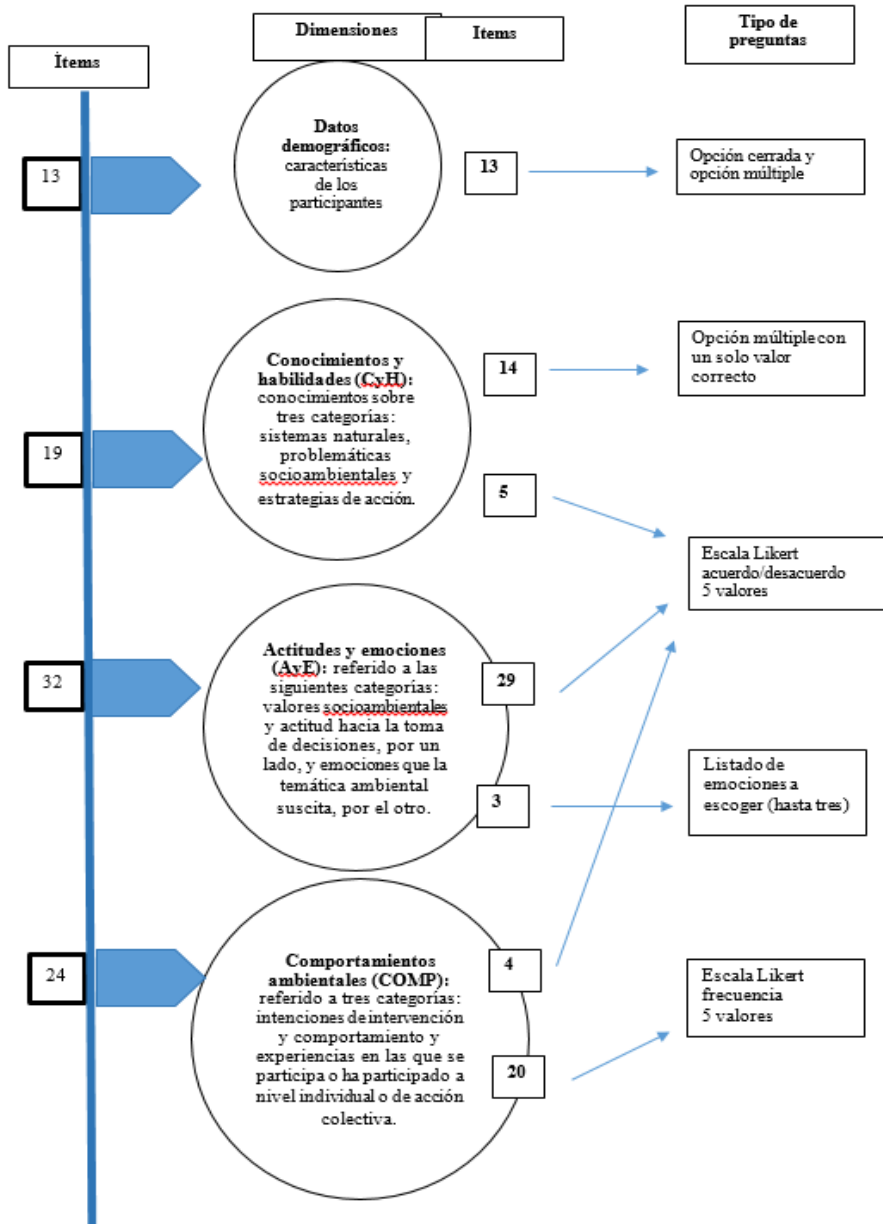
Para finalizar este apartado, podemos decir que la muestra es bastante homogénea, aunque provengan de titulaciones distintas (EI y EP). Esta homogeneidad se manifiesta fundamentalmente en las edades, género (mayoritariamente son mujeres), el tipo de acceso a la universidad, el tipo de bachillerato cursado previamente y una relativamente escasa formación en EA.

El instrumento

Se ha utilizado un cuestionario elaborado y validado por el equipo de investigación del que forman parte, entre otros, los autores de este trabajo. Se trata del Cuestionario sobre Dimensiones Ambientales (CDA), (Guerrero et al., 2021). Tal y como se refleja en la figura 1, el cuestionario consta de 4 secciones, con un total de 88 ítems repartidos homogéneamente entre las tres dimensiones establecidas (conformadas por varias categorías e interrelacionadas con los siguientes tópicos o subcategorías: ecosistemas, cambio climático, ciencia, comunicación, consumo, educación, energía, hambre, problemas ambientales, residuos y sistemas socioeconómicos) a través de diferentes tipos de cuestiones, ajustándose al objetivo de lo que se quiere explorar.

Figura 1

Estructura del CDA: ítems por dimensiones y tipo de preguntas



Técnicas de análisis

Se ha realizado un estudio estadístico descriptivo, con recuento de respuestas, cálculo de medias y desviaciones estándar tanto en los datos demográficos como en el resto de las dimensiones del CDA.

Para el análisis de los resultados obtenidos mediante escala Likert, con la presencia de las dimensiones CyH, AyE y COMP, definimos tres intervalos: Desacuerdo o Baja frecuencia cuando el valor de la media se encontraba entre el 1 y el 2.50; Indecisión o Frecuencia media si los valores estaban entre 2.51 y 3.50 y, finalmente, Acuerdo o Frecuencia alta si el valor iba desde el 3.51 hasta el 5.00. Además, consideramos que el nivel de ALFAM es más alto cuanto mayor es el grado de acuerdo con los ítems propuestos en las distintas escalas Likert, salvo en los ítems formulados de manera negativa, donde el mayor nivel de ALFAM corresponde con el mayor grado de desacuerdo. En el caso de estos últimos, se transformaron los resultados (se positivaron) para poder hacer una media general de todos los ítems de cada dimensión. Finalmente, consideramos que si la media de los ítems se encuentra en la zona del acuerdo indica un alto nivel de ALFAM, si se encuentra en la zona de la indecisión lo consideramos un nivel medio y si se encuentra en la zona del desacuerdo, lo interpretamos como bajo nivel.

Relativo a aquellas cuestiones vinculadas a la dimensión AyE donde se pedía que escogiesen emociones en relación a distintos enunciados, se calcularon los porcentajes de cada una de las emociones seleccionadas.

Respecto a aquellos ítems de la categoría CyH de tipo opción múltiple con una única respuesta, se calculó la media de los porcentajes de las respuestas facilitadas por el alumnado teniendo en cuenta las tres categorías que la componen.

Por último, a partir de los resultados obtenidos en relación a las diferentes dimensiones, se realizó el agrupamiento por conjuntos de ítems y sujetos, mediante la herramienta de construcción de clusters o análisis por conglomerado, con la finalidad de identificar subgrupos con características similares y que nos permitiesen avanzar en el estudio de tendencias, dentro de la muestra.

Para llevar a cabo este análisis, se tuvieron en cuenta solo los resultados de los ítems del tipo escala Likert (tanto acuerdo/desacuerdo como frecuencias). Se partió de un Excel con los datos del cuestionario, expresados en valores de 1 a 5, que se trasladaron al programa SPSS v. 26 Statistics.

En primer lugar, se calculó el cluster jerárquico escogiendo aquellas variables/ítems que se deseaban medir, obteniendo como resultado un historial de conglomeración y un dendograma que posibilitó determinar cuántas agrupaciones se deseaban formar. Tras ello, se pidió al programa el número de agrupamientos que queríamos identificar y una comparación de las medias de las variables para, posteriormente, llevar a cabo un análisis factorial con dos factores fijos (x , y). Esto nos permitió identificar, en la matriz de componentes rotados resultante, los dos criterios/variables que conformarán la x y la y en la siguiente fase.

Para finalizar, una vez determinadas las dos variables, se construyó un gráfico de dispersión que representaba a los diferentes individuos de la muestra en las agrupaciones que se solicitaron al programa, permitiendo identificar distintos modelos en función a las variables seleccionadas.

Como programas de apoyo, se han usado el SPSS v. 26 Statistics para la estadística inferencial y la hoja de cálculo Excel para la estadística descriptiva.

Resultados

A continuación, se presentan los resultados del estudio estructurados en torno a las tres dimensiones establecidas para la ALFAM. Respecto a Conocimientos y Habilidades, se analizan las respuestas correctas vinculadas a las diferentes categorías, así como a los distintos ítems y sujetos. Asimismo, en base al acierto de respuestas.

Los resultados de la dimensión Actitudes y Emociones se lleva a cabo teniendo en cuenta las categorías que la conforman, llevándose a cabo un análisis de aquellas cuestiones de tipo acuerdo/desacuerdo, así como de las emociones escogidas en tres de los ítems.

Relativo a la dimensión Comportamiento, al igual que en las anteriores, se consideras las categorías que la componen teniendo en cuenta las respuestas de ítems de acuerdo/desacuerdo y de frecuencia.

Para finalizar, se presentan los resultados derivados del estudio de las agrupaciones o clusters respecto a las categorías Actitudes y Emociones y a la de Comportamiento, en base a distintos tópicos: educación, sistema socioeconómico, problemas socioambientales y medidas individuales y colectivas.

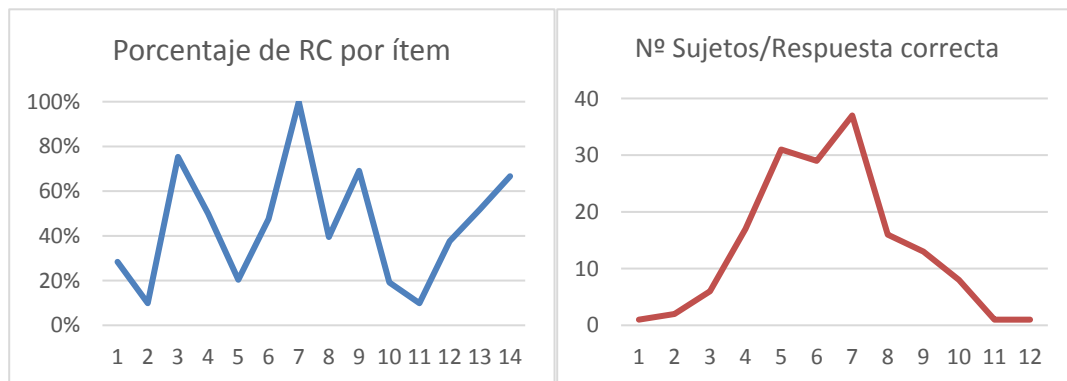
Resultados de la dimensión Conocimiento y Habilidades

En esta primera dimensión de Conocimiento y Habilidades definimos tres categorías: Conocimientos de sistemas naturales, Conocimientos de problemas socioambientales y Conocimientos de estrategias de acción. Se exploran en dos secciones, constituidas por dos tipos de ítems: de respuesta múltiple, en los que solo una es correcta, y escala Likert.

La primera sección, a la que aludíamos más arriba, está constituida por catorce ítems de respuesta múltiple. Los resultados obtenidos se representan en la figura 2, donde podemos observar tanto el número de respuestas correctas por cada ítem, como el número de repuestas correctas por sujeto.

Figura 2

Porcentaje de RC correcta por cada ítem y porcentaje de respuestas correctas por sujeto de la muestra



Solamente un ítem alcanza el 100 % de aciertos, el ítem 7, en el que se indaga sobre el concepto de biodiversidad. Otros tres ítems obtienen mayoritariamente respuestas correctas: el 3, que pregunta sobre la principal fuente de energía en la Tierra; el 9, sobre los fenómenos que pueden ser consecuencia del cambio climático y el 14, que pregunta por la relación entre el sistema socioeconómico y la sostenibilidad del planeta. El resto obtienen por debajo del 50 % de aciertos, destacando, por su bajo nivel de aciertos, el ítem 2, que pregunta sobre las razones de la escasez de agua en el mundo, el 5, que lo hace sobre el porcentaje de energía renovable que necesitamos para sustituir a los combustibles fósiles en el transporte y el 11, sobre el tratamiento de los residuos sólidos urbanos.

Para describir el nivel alcanzado respecto a esta dimensión, hemos definido tres tramos: el primero (nivel bajo) está formado por estudiantes que han respondido entre 0 y 4 respuestas correctas, el segundo (nivel medio) por aquellos que responden entre 5 y 9 y el tercero (nivel alto) por 10 o más respuestas correctas. Ningún estudiante responde a las catorce preguntas correctamente, siendo 12 el máximo de respuestas correctas. La distribución de estudiantes en cada nivel se muestra en la tabla 2.

Tabla 2

Nivel de Conocimientos del estudiantado según el número de respuestas correctas

Respuestas correctas	Número de Estudiantes	%
Nivel bajo (entre 0 y 4)	28	16,7
Nivel medio (entre 5 y 9)	125	77,16
Nivel alto (10 o más)	10	6,17

La distribución de las respuestas correctas (incluyendo las que se encuentran en el valor del acuerdo) se recoge en la tabla 3. Los participantes presentan un mayor conocimiento de los sistemas naturales (categoría CSN) y sobre todo en aquellas preguntas que su redacción es más de corte académico que en otras. Contrasta este dato con los resultados de las categorías de Conocimiento de Problemas Ambientales (CPR) y con el Conocimiento de Estrategias de Acción (CEA).

Tabla 3

Media de los porcentajes de las respuestas correctas por categoría

RC POR CATEGORÍAS	\bar{X} %
RC CSN (Conocimientos de Sistemas Naturales)	54 %
RC CPR (Conocimiento Problemas Socioambientales)	29 %
RC CEA (Conocimiento de Estrategias de Acción)	35 %

En la segunda sección, se ubicaban cinco ítems, de esta misma dimensión y centrados en las habilidades. Los resultados se muestran en la tabla 4.

Tabla 4

Resultados ítems de CyH (Habilidades) incluidos en la sección de acuerdo/desacuerdo del CDA.

Ítem	\bar{X}	σ	Categoría
2. Soy capaz de diferenciar plantas comestibles de otras que no lo son en un huerto	2.5	1.1	CSN
21. Me siento con capacidad para identificar problemas ambientales y plantear soluciones a los mismos	3.0	1.0	CEA
24. Es importante organizar el currículo educativo en torno a problemáticas socioambientales	4.2	0.8	CPR
26. Sé cómo usar mecanismos apropiados para promover el conocimiento ambiental y prácticas pro-ambientales	3.6	0.9	CEA
27. El profesorado debe estar formado en modelos didácticos que fomenten la investigación	4.5	0.6	CEA

Si relacionamos los ítems de conocimientos (descritos en la sección de respuesta correcta) y los de habilidades, presentados en la tabla 4, podemos observar que mientras la categoría de CSN, en los ítems de respuesta correcta era la que mayor porcentaje de respuestas acertadas tenía (54 %), en este caso el ítem 2, se encuentra de lleno en lo que definíamos como zona de indecisión, incluso en la zona muy próxima al desacuerdo. En cambio, el ítem 24, perteneciente a la categoría de CPR, que en la sección de preguntas correctas presentaba el porcentaje menor de respuestas acertadas (el 29 %), presenta un valor de acuerdo bastante alto. Finalmente, los tres ítems de la categoría CEA, que representaba un porcentaje medio de aciertos (35 %), en este caso de las habilidades, hay diversidad entre los tres ítems de esta categoría. Dos de ellos, el 21 y el 26 se encuentran en la zona de indecisión y uno de ellos en la zona alta del acuerdo. Parece que hay cierta incoherencia o inconsistencia entre las respuestas relacionadas con los Conocimientos y las relacionadas con las Habilidades en la muestra estudiada.

Resultados de la dimensión Actitudes y Emociones

Dentro de esta dimensión se definieron dos categorías, Concienciación y Valores Socioambientales (CVA) con 23 ítems y Actitud ante la Toma de Decisiones (TD) con 6 ítems, por un lado, y Emociones (E) por otro, con un total de 3 ítems.

Los valores de media y desviación estándar obtenidos en cada ítem incluidos en la dimensión de Actitudes, se encuentran mayoritariamente en el terreno del acuerdo, (media de 3.8 para todos los ítems y un promedio de los valores de desviación estándar de 0.8). Por categorías, es algo mayor la media en la categoría CVA, con una media de 4.0 y una desviación estándar 0.7 que para la de TDA con 3.6 y 0.9, respectivamente. El valor de la desviación estándar de cada ítem, nos permite decir que todos los valores de las medias de todos los ítems de esta dimensión están entre $\bar{X} + \sigma$ y $\bar{X} - \sigma$, es decir, se encuentran bastante agrupados.

Como por razones de espacio no podemos presentar el total de los 32 ítems de la dimensión, exponemos aquellos que consideramos representativos de los declarados por los participantes. Los datos se encuentran en la tabla 5.

Tabla 5

Ejemplos de ítems de la dimensión Actitudes y Emociones (Actitudes)

Ítem	\bar{X}	σ	Categoría
4. Los huertos escolares deberían introducirse en todos los centros de forma que sirviera como estrategia para ambientalizar el curriculum	4.6	0.6	CVA
14. La industria debería tener por obligación reducir sus emisiones de contaminantes	4.8	0.5	TDA
20. El modelo de enseñanza basado en la investigación es clave para la comprensión de los problemas socioambientales actuales	4.3	0.7	TDA
32. El Gobierno debería aprobar leyes que incidieran decisivamente en la mejora de los problemas socioambientales	4.6	0.6	CVA
11. La estrategia educativa denominada "aprendizaje al aire libre" no es necesaria utilizarla para comprender los problemas socioambientales actuales	1.8	0.9	CVA
18. La llamada "crisis ecológica", debida principalmente al cambio climático a la que se enfrenta la humanidad, ha sido muy exagerada	2.0	1.0	CVA
29. Solo deberían protegerse los espacios naturales para las especies en peligro de extinción	1.5	0.9	CVA

En la misma línea que el ítem 4 y el 20, de la categoría CVA y dentro de la subcategoría Educación, tienen valores dentro de la zona del acuerdo alto los ítems 8 (4.5 y 0.6), participación de la comunidad educativa en los problemas socioambientales, el 13 (4.5 y 0.6), implicación de los padres y madres en este tipo de problemas y el 30 (4.4 y 0.6) en relación con proyectos de ambientalización curricular en los centros.

También y de acuerdo con los valores de los ítems 11, 18 y 29 de la tabla 5, con valores en la zona del desacuerdo, de la categoría CVA, se encuentran los ítems 12 (2.3 y 1.0) acerca del derecho de la humanidad explotar los recursos naturales y el 38 (2.3 y 1.1.), en el que se indagaba sobre la solidaridad de la población según la evidencia de los problemas socioambientales.

Los cuatro ítems restantes de la categoría de TDA, que no aparecen en la tabla 5 (7, 22, 25 y 34), obtienen valores entre la zona de indecisión alta o el acuerdo bajo.

Las respuestas de los sujetos a los ítems relacionados con Emociones se presentan en la tabla 6. En ella aparecen las emociones escogidas por al menos un 25 % los participantes. No se indican las que no se han escogido por ningún estudiante.

Tabla 6*Emociones escogidas mayoritariamente*

<i>Emociones escogidas</i>								
Ítem 39. Conocer los efectos del cambio climático, me produce...			Ítem 40. Identificar problemas ambientales y plantear soluciones a los mismos, me produce...			Ítem 41. Actuar en mi vida de forma que colabore a la solución de los problemas derivados del cambio climático, me produce...		
	TOTAL	%		TOTAL	%		TOTAL	%
Ansiedad	46	28	Alegría	44	27	Alegría	81	50
Frustración	67	41	Confianza	42	26	Esperanza	57	35
Incertidumbre	63	39	Entusiasmo	52	32	Gratificación	66	41
Miedo	49	30	Esperanza	103	64	Orgullo	78	48
Preocupación	117	72	Gratificación	55	34	Satisfacción	87	54
Tristeza	73	45	Satisfacción	74	46			

Como se muestra en la tabla 6, conocer los efectos del cambio climático, provoca en los participantes emociones negativas, destacando la preocupación; identificar los problemas socioambientales y proponer soluciones provoca emociones tanto negativas (no recogidas en la tabla debido a que sus valores son inferiores al umbral de 25% que se ha establecido) como positivas, predominando estas últimas y destacando la esperanza; y, actuar de forma responsable, provoca emociones positivas, predominando la alegría y la satisfacción.

Resultados de la dimensión Comportamiento

En esta dimensión se incluyen tres categorías: Intenciones de Intervención y Comportamiento (IC), Participación activa de tipo Individual (PI) y Participación activa de tipo Colectivo (PC) y un total de 24 ítems. Se exploran con dos tipos de ítems, una escala de acuerdo/desacuerdo (4) y otra de frecuencias (20). La distribución y los valores medios y su desviación estándar media se presentan en la tabla 7.

Tabla 7*Valores medios de los resultados por categoría en la dimensión Comportamiento*

Ítems	\bar{X} (media)	σ (media)	Categoría
17 (acuerdo/desacuerdo) y 15 y 16 (frecuencia)	3.0	1.0	IC
5, 15 y 23 (acuerdo/desacuerdo) y 2,3,4,5,6,7,9,10,12,17,18,19 y 20 (frecuencia)	3.9	0.9	PI
1,8, 13 y 14 (frecuencia)	2.3	1.3	PC
Media de la dimensión	2.7	1.1	

Los 3 ítems incluidos en la categoría (IC) indagan sobre la disposición para ejercer presión política, el uso de diferentes medios de comunicación para conocer los problemas socioambientales y realizar itinerarios en la naturaleza para un mejor conocimiento del entorno natural. Los valores obtenidos corresponden a la zona de indecisión en la realización de itinerarios y a la infrecuencia de ejercer presión política, siendo la media global 3.0 y su desviación estándar de 1.0, que, aunque se encuentra en la zona de indecisión, se sitúa en la parte baja de la misma.

Los 17 ítems incluidos en la categoría PI obtienen valores próximos al acuerdo, siendo la media de todos ellos 3.9 y la desviación estándar 0.9. Cuatro de los 17 ítems se encuentran en la zona de indecisión y 13 en la de acuerdo, no existiendo ninguno en la zona de desacuerdo.

Los valores más altos se obtienen en los ítems relacionados con aspectos de relativa fácil ejecución: apagar la calefacción o aire acondicionado cuando no hay nadie, poner la temperatura entre 23 y 25 grados, caminar o usar la bicicleta en los transportes, usar los puntos limpios o contenedores adecuados para los residuos, reutilizar papel. En cambio, aquellos que implican un compromiso personal mayor, como usar medios alternativos al avión, adquirir productos a través de espacios de intercambio o recoger residuos dejados por otras personas, las frecuencias se encuentran en la zona de indecisión.

Finalmente, los ítems de la categoría PC indagan sobre participar en campañas de limpieza de espacios públicos, informar a las autoridades de problemas socioambientales, participar en campañas de conservación o pertenecer a una organización ecologista o social. En este caso, todos obtienen valores de la zona del desacuerdo, encontrándose también aquí las frecuencias más bajas. La media de los ítems de esta categoría tiene un valor de 2.3 y su desviación estándar de 1.3.

En esta dimensión de Comportamientos, el valor medio global obtenido es de 3.1, situándose en la zona de indecisión. Sin embargo, este nivel es desigual según la sección que consideremos, siendo mayor en la categoría de comportamientos individuales y menor en comportamientos colectivos (PC). Los valores de la desviación estándar en este caso implican unas medias de los ítems menos concentradas que en la dimensión analizada en el apartado anterior, ya que entre $\bar{X} + \sigma$ y $\bar{X} - \sigma$, se encuentran el 75 % de las medias (y no la totalidad, como ocurría en el caso de las Actitudes).

Agrupamientos o Clusters

La idea que se persigue es detectar tendencias dentro de la muestra que nos ayuden a realizar propuestas de formación inicial del profesorado de Educación Infantil y Primaria y que permitan mejorar su grado de ALFAM. Tras haber probado este análisis con los ítems de las diferentes dimensiones y categorías del cuestionario, se han podido realizar, finalmente, tres agrupamientos, dos en la dimensión de Actitudes y Emociones (AyE) y uno en la dimensión de Comportamiento (COMP). No se pudo realizar ninguno, por tanto, en la tercera dimensión del cuestionario, la de Conocimientos y Habilidades (CyH), donde los resultados son bastante homogéneos.

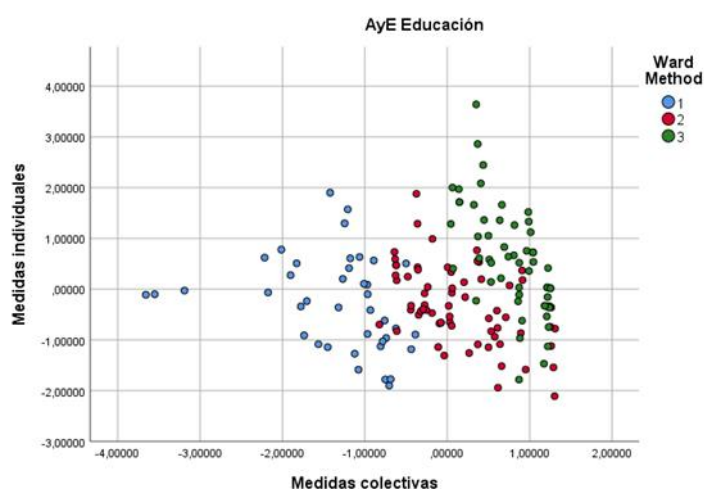
Agrupamientos en Actitudes y Emociones

En la Dimensión Actitudes y Emociones se han determinado agrupamientos solo en la categoría Concienciación y Valores Socioambientales. Dichos agrupamientos no tienen en cuenta todos los ítems de la categoría en su conjunto, sino que se han podido determinar seleccionando los ítems relacionados con el tópico “Educación”, por un lado, y con los tópicos “Sistema Socioeconómico” y “Problemas Socioambientales”, por otro.

En el ámbito de la Educación se han podido determinar tres grupos, atendiendo a la variable “medidas de tipo colectivo” frente a “medidas de tipo individual o aisladas”. El resultado se muestra en la figura 3.

Figura 3

Actitudes y emociones vinculadas a la educación



En la primera agrupación (azul), encontramos que ningún individuo hace referencia a medidas colectivas en el ámbito educativo como, por ejemplo, la necesidad de emprender “proyectos de gestión ambiental”. De ellos, aproximadamente la mitad menciona medidas de carácter más aislado a nivel de centro, como asumir la responsabilidad de “incluir aspectos y valores ambientales en su práctica docente”; mientras, la otra mitad no hace referencia ni a lo individual ni a lo colectivo.

En el segundo grupo (rojo), podemos ver que aproximadamente la mitad de los individuos indican medidas colectivas y solo en algunos casos se mencionan, a su vez, otras de tipo individual, como “promover en el centro actividades al aire libre”. En la otra mitad de este grupo, encontramos que la mayor parte de individuos no hace referencia a medidas colectivas ni individuales, siendo escasas las veces que se mencionan únicamente aspectos individuales.

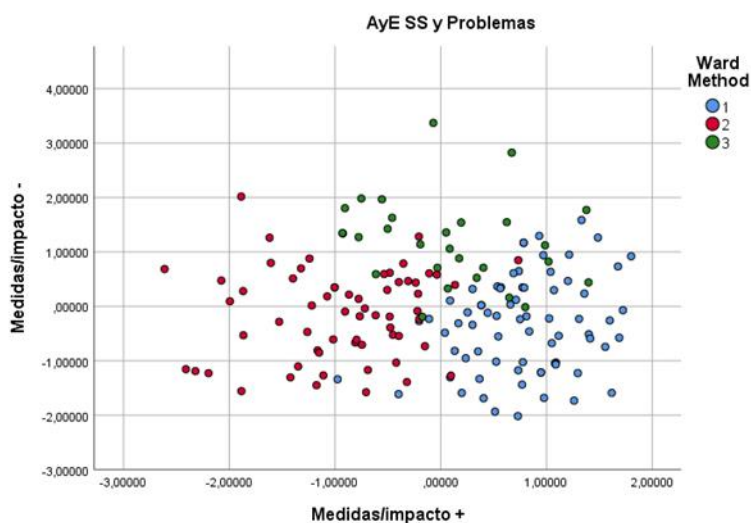
Para finalizar, en el tercer grupo (verde) encontramos que todos los individuos señalan medidas colectivas y, a su vez, la mayoría también incluye el plano individual

como, por ejemplo, señalar el ítem relacionado con “fomentar en los programas formativos asignaturas de EA” y “la necesidad de realizar actividades extraescolares”.

En el ámbito de Sistemas Socioeconómicos y Problemas socioambientales, se han llegado a determinar otros tres grupos. En este caso, las variables utilizadas están relacionadas con las actitudes y emociones relacionadas con comportamientos ambientales y el impacto positivo o negativo que estas tienen sobre los problemas socioambientales. Los grupos se pueden observar en la figura 4.

Figura 4

Actitudes y Emociones vinculadas al Sistema Socioeconómico y a los Problemas socioambientales



Encontramos un primer grupo (azul) donde, excepto casos puntuales, todos señalan actitudes a favor de emprender medidas y propuestas que generan un impacto positivo en el medio como, por ejemplo, “cambios en el modelo económico”. Solo en algunos casos, que son minoritarios, se mencionan aspectos que tienen un impacto negativo en el medio como, por ejemplo, “el uso de la tecnología para controlar la naturaleza”.

En el segundo grupo (rojo), aproximadamente la mitad de estudiantes, indican aspectos que generan un impacto negativo en el medio, como “la necesidad de explotar los recursos” y, la otra mitad, no hace referencia ni a aspectos positivos ni negativos; solo algunos casos aislados hacen referencia a aspectos positivos en relación a medidas y al impacto en el medio, por ejemplo, “emprender leyes que ayuden a mejorar los problemas socioambientales”.

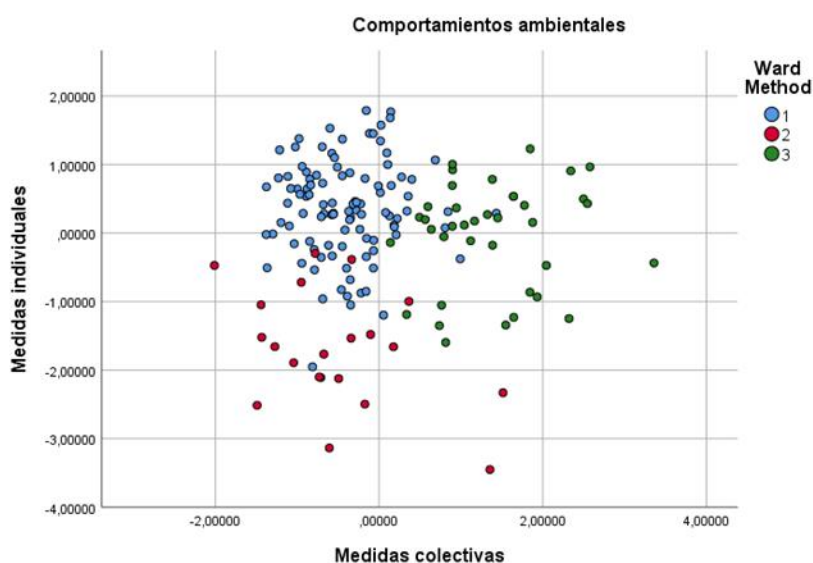
El tercer grupo (verde) está conformado con un número de individuos mucho más reducido que los anteriores. Señalan actitudes vinculadas a propuestas que generan un impacto negativo y, aproximadamente la mitad, señalan también positivos, como “promover cambios en los estilos de vida”.

Agrupaciones en Comportamientos

En este caso, las variables consideradas por el sistema vuelven a ser similares a las del primer caso (Actitudes y valores en el ámbito de la educación), es decir, lo individual y lo colectivo, tal y como queda recogido en la figura 5.

Figura 5

Comportamientos Ambientales vinculados a medidas individuales y/o colectivas



En este caso, los grupos tienen las siguientes características:

El primer grupo (azul) está conformado por un gran número de casos. La mayoría de ellos señalan con baja frecuencia medidas de comportamiento colectivas, como participar en “campanas de limpieza y cuidado del medio”; y, sin embargo, casi todos indican que llevan a cabo, de forma frecuente, medidas individuales como el “reciclaje”. También se incluyen aquí algunos/as estudiantes que indican de ambas, y algunos individuos que no lo hacen ninguna de ellas.

El segundo grupo (rojo) incluye un número muy reducido de casos. Ninguno de ellos señala medidas colectivas ni individuales, exceptuando a algunos individuos, que sí mencionan el ámbito colectivo como, por ejemplo, realizar “itinerarios y turismo en la naturaleza”.

El tercer grupo (verde) cuenta con más participantes que el grupo anterior. En este modelo encontramos que todos los casos mencionan medidas de comportamiento colectivas, como “ejercer presión política y llevar a cabo movilizaciones” y, la mayoría, también hace referencia a medidas de tipo individual como emplear “alternativas al transporte en avión”.

Como resumen, podríamos decir que, en lo relativo a medidas individuales y

colectivas, en el ámbito de las actitudes y emociones vinculadas a la educación aparecen con mayor frecuencia la predisposición a emprender medidas de tipo individual que otras de tipo colectivo de una implicación social más elevada. A su vez, en el caso de los comportamientos la frecuencia de medidas colectivas es muy baja, siendo más frecuente aquellas de tipo individual y que resultan sencillas de llevar a cabo, como es el caso del reciclaje. Sin embargo, cabría destacar la presencia de ideas que resaltan la necesidad de emprender medidas de tipo social a mayor escala.

Y, en relación a las actitudes y emociones vinculadas al sistema socioeconómico y a los problemas socioambientales, se evidencia una clara falta de conciencia acerca del impacto que generan determinadas medidas, algo que nos conduce a resaltar la necesidad de enfocar propuestas didácticas encaminadas a superar esta brecha.

Discusión, conclusiones, implicaciones

En primer lugar, queremos hacer alusión a que la muestra es bastante homogénea en muchas de sus características. Queremos destacar entre ellas el escaso número de participantes que pertenecen o han pertenecido a alguna asociación relacionada con el medio ambiente y la importancia de la televisión, internet y las redes sociales como fuentes de información sobre asuntos ambientales. Estas dos características aparecen también en el estudio de Liang et al. (2018), en el que participaron casi 30.000 estudiantes universitarios taiwaneses, lo que da cuenta de su extensión entre la generación de jóvenes actuales.

El primer objetivo que nos planteamos fue describir el grado de ALFAM de los futuros docentes teniendo en cuenta tres dimensiones: conocimientos y habilidades, actitudes y emociones, y comportamientos. Respecto a la primera dimensión, detectamos un nivel de conocimientos medio, que es superior al detectado por la mayoría de los estudios previos consultados (Alvarez-García et al., 2018, Coyle, 2005, Tuncer et al., 2009; Muda et al., 2011, Yavetz et al., 2009), aunque inferior al que se detecta en el estudio de Marcos-Merino et al. (2020). Detallando un poco más, los participantes han presentado un mayor grado de acierto en las preguntas vinculadas a un conocimiento científico académico, como, por ejemplo, conocer el concepto de biodiversidad, que en las que hacen alusión a estrategias o a problemáticas socioambientales, por ejemplo, las razones por las que hay escasez de agua en el planeta. En el estudio de Tuncer et al. (2014) se dan resultados semejantes que los autores interpretan como que los futuros docentes han sido más capaces de responder las preguntas fáciles que las difíciles, lo que les hace plantearse cómo han aprendido los/as estudiantes sobre estos temas.

En relación a la dimensión actitudes y emociones, encontramos un nivel alto en actitudes proambientales, coincidiendo también con los resultados de las investigaciones anteriormente reseñadas, consolidándose este valor. Respecto a las emociones, no exploradas en otros estudios, observamos emociones negativas como la preocupación y la tristeza, que les produce la problemática del cambio climático, frente a emociones positivas, como la esperanza y la satisfacción, al referirse a la actuación

ante los problemas socioambientales, lo cual pensamos que es coherente con lo comentado sobre las actitudes.

Por último, en la dimensión de comportamientos hemos obtenido resultados que se posicionan en un nivel medio, aproximándonos a los resultados de Keles (2017), pero en contra de los resultados obtenidos por otros estudios (Álvarez-García et al., 2018; Marcos-Merino et al., 2020), que detectan un nivel bajo. Detallando los resultados, hemos encontrado en los participantes de nuestro estudio que predominan los comportamientos individuales (usar la bicicleta como medio de transporte) frente a los colectivos (participar activamente en campañas) y los de menor implicación (apagar la calefacción) frente a los de mayor implicación (escoger medios de transporte alternativos al avión).

Si contemplamos estos resultados en conjunto, podemos concluir que los participantes en este estudio presentan un nivel medio en conocimientos y comportamientos ambientales y un nivel alto en actitudes, situándose en lo que Liang et al. (2018) denominan nivel ecocéntrico, que también es el nivel mayoritario entre los participantes en su estudio. Si vinculamos estos resultados, con los niveles definidos por Roth (1992), podríamos situarlo en una ALFAM funcional, que se reconoce por un conocimiento amplio de la naturaleza y de las interacciones entre los sistemas sociales y naturales y la capacidad de evaluar un problema sobre la base de pruebas sólidas y de valores y ética personales.

Nuestro segundo objetivo era establecer tendencias en relación con los componentes o dimensiones de la ALFAM entre los participantes. No se han podido establecer tendencias globales, pero sí algunas agrupaciones en dos de las tres dimensiones del cuestionario. Queremos llamar la atención sobre las variables que han permitido realizar estas agrupaciones, pues pueden ser especialmente relevantes al intentar promover la mejora de la ALFAM de los futuros docentes: la diferenciación individual-colectiva (para el caso de los comportamientos y las actitudes relativas a la educación) y la valoración positiva-negativa del impacto provocado cuando se adoptan comportamientos pro-ambientales (para el caso de actitudes relativas al sistema socioeconómico y a los problemas socioambientales). Desarrollar la capacidad de emprender acciones en el ámbito de lo colectivo y tomar conciencia de los impactos positivos que generan las actuaciones proambientales, pueden ser elementos imprescindibles para favorecer una ALFAM que nos permita afrontar la crisis ecosocial actual y conseguir una transición justa a un mundo con menos recursos.

Aunando las conclusiones a las que hemos llegado con los dos objetivos anteriores, pretendíamos proponer una revisión de la formación del profesorado atendiendo a los retos que plantea mejorar la ALFAM de los futuros docentes.

Para Liang et al. (2018), la participación en clubs o asociaciones proporciona oportunidades para el pensamiento creativo, la resolución de problemas y los comportamientos prosociales, por lo que su ausencia podría estar relacionada con el escaso conocimiento de nuestros/as estudiantes en relación con las problemáticas socioambientales y las estrategias de acción, la mayor frecuencia de comportamientos individuales frente a los colectivos y la baja predisposición para ejercer presión política de cara a la resolución de problemas, como nos indican, por ejemplo, los resultados del

estudio de cluster en los que se pone de manifiesto las dos caras de lo individual y lo colectivo. Esto, junto con el predominio de Internet y las redes sociales como fuente de información, deben hacernos replantearnos en profundidad qué formación se está ofreciendo al alumnado en la educación formal y cómo se está haciendo, pues quizás promover el asociacionismo e integrar el uso de las redes sociales sean cuestiones indispensables para mejorar los comportamientos ambientales de la ciudadanía.

El abordaje de las dimensiones en el aula, aunque se muestren de manera separada en este análisis para facilitar su comprensión, deben considerarse de manera integrada, ya que las relaciones entre ellas facilitarán la consecución de un grado de ALFAM elevado en los futuros docentes.

Las conclusiones obtenidas, en la dimensión de conocimientos y habilidades, nos conduce a proponer la necesidad de abordar los contenidos del curriculum como problemáticas abiertas a investigar, que ayuden a comprender los complejos problemas socioambientales que presenta nuestro planeta, elementos que, además, valora el profesorado en formación como necesarios para su formación y que se refleja en el alto grado de acuerdo con los ítems referidos a este aspecto.

En relación con las actitudes y emociones, nos encontramos con un punto de apoyo con las actitudes positivas que tiene el profesorado en formación sobre las problemáticas socioambientales. Asimismo, la combinación de emociones que muestran, entre preocupación y esperanza, es muy propicia para promover la ALFAM de los docentes en formación.

Y, por último, referido a los comportamientos, se infiere que hay obstáculos importantes para pasar de comportamientos individuales a colectivos, como hemos indicado anteriormente, y de menor implicación a mayor implicación, por lo que es necesario fomentar aquellos conocimientos que ofrezcan alternativas resilientes al profesorado en formación, más vinculado a las habilidades, que sirvan de herramientas para provocar cambios reales frente a los problemas socioambientales.

Agradecimientos

Los autores queremos mostrar nuestro agradecimiento al Ministerio de Economía y Competitividad por la financiación del proyecto “Alfabetización ambiental. Un desafío para la formación del profesorado del siglo XXI” (PID2020-114171GB-I00), en el que se enmarca este trabajo.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito, o en la decisión de publicar los resultados.

Contribuciones de los autores

En la conceptualización del artículo han participado Ana Rivero, Fátima Rodríguez y Emilio Solís; el análisis de los resultados se ha desarrollado por Emilio Solís y Alicia Guerrero; redacción del borrador original, Ana Rivero y Fátima Rodríguez; redacción, revisión y edición, Ana Rivero, Fátima Rodríguez y Alicia Guerrero; supervisión, Ana Rivero, Fátima Rodríguez, Alicia Guerrero y Emilio Solís. Todos los autores declaran que han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Referencias

- Álvarez-García, O., Sureda Negre, J. y Comas Forgas, R. (2015). Environmental Education in Pre-Service Teacher Training: A Literature Review of Existing Evidence. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 17(1), 72-85. <https://doi.org/10.1515/jtes-2015-0006>
- Álvarez-García, O., Sureda Negre, J. y Comas Forgas, R. (2018). Assessing environmental competencies of primary education pre-service teachers in Spain: a comparative study between two universities. *International Journal of Sustainability in Higher Education*, 19(1), 15-31. <https://doi.org/10.1108/IJSHE-12-2016-0227>
- Álvarez, S., Bellver, J., del Viso, N., Di Donato, M. y Vicent, L. (2019). VIII Informe FOESSA. Documento de trabajo 1.2: *La crisis ecosocial global. Una breve aproximación al caso español*. FUHEM Ecosocial. <https://caritas-web.s3.amazonaws.com/main-files/uploads/sites/16/2019/05/1.2.pdf>
- Calero, M., Mayoral, O., Ull, A. y Vilches, A. (2019). La educación para la sostenibilidad en la formación del profesorado de ciencias experimentales en Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(1), 157-175. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2605>
- Cebrián, G. y Junyent, M. (2014). Competencias profesionales en Educación para la Sostenibilidad: un estudio exploratorio de la visión de futuros maestros. *Enseñanza de las ciencias*, 32 (1), 29-49. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.877>
- Coyle, K. (2005). Environmental literacy in the U.S.: What ten years of NEETF/Roper research and related studies say about environmental literacy in the United States. *The National Environmental Education & Training Foundation*. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/ED522820.pdf>
- EU. (2016). *Circular Economy in Europe. Developing the knowledge base*. EEA Report No 2/2016. Luxemburg: Publications Office of the European Union. doi: [10.2800/51444](https://doi.org/10.2800/51444).
- Fernández Durán, R. y González Reyes, L. (2018). *En la espiral de la energía*. Libros en Acción. Baladre.
- Fullan, M. (1991). *The new meaning of educational change*. Teacher College Press. Chicago, USA.
- García-Díaz, J. E., Fernández Arroyo, J., Rodríguez Marín, F. y Puig Gutiérrez, M. (2019). Más allá de la sostenibilidad: por una educación ambiental que incremente la resiliencia de la población ante el decrecimiento/colapso. *Revista de Educación Ambiental y Sostenibilidad*, 1(1), 1101-15. <https://revistas.uca.es/index.php/REAyS/article/view/4782/5327>
- Goldman, D., Yavetz, B. y Peer, S. (2006). Environmental literacy in teacher training in Israel: environmental behavior of new students. *Journal of Environmental Education*, 38, 3-22. <https://doi.org/10.3200/JOEE.38.1.3-22>
- Guerrero, A., Rodríguez, F., López, L. y Solís, E. (2021). Alfabetización ambiental en formación inicial docente: diseño y validación de un cuestionario. *Enseñanza de las Ciencias*, 40(1), 25-46. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3517>

- Gunckel, K. L., Mohan, L., Covitt, B. A. y Anderson, C. W. (2012) Addressing Challenges in Developing Learning Progressions For Environmental Science Literacy. In: Alonzo A.C., Gotwals A.W. (eds) *Learning Progressions in Science*. SensePublishers, Rotterdam. https://doi.org/10.1007/978-94-6091-824-7_4
- Keles, Ö. (2017). Investigation of Pre-Service Science Teachers' Attitudes toward Sustainable Environmental Education. *Higher Education Study* 7, 171-180. <http://doi.org/10.5539/hes.v7n3p171>
- Klinenberg, E., Araos, M. y Koslov, L. (2020). Sociology and the Climate Crisis. *Annual Review of Sociology*, 46, <https://doi.org/10.1146/annurev-soc-121919-054750>.
- Latouche, S. (2009). *Pequeño tratado del decrecimiento sereno*. Icaria.
- Latouche, S. (2012). *La sociedad de la abundancia frugal*. Icaria.
- Liang, S. W., Fang, W. T., Yeh, S. C., Liu, S. Y., Tsai, H. M., Chou, J. Y. y Ng, E. (2018). A Nationwide Survey Evaluating the Environmental Literacy of Undergraduate Students in Taiwan. *Sustainability*, 10, 1730. <https://doi.org/10.3390/su10061730>
- Marcos-Merino, J. M., Corbacho-Cuello, I. y Hernández-Barco, M. (2020). Analysis of Sustainability Knowingness, Attitudes and Behavior of a Spanish Pre-Service Primary Teachers Sample. *Sustainability*, 12, 7445. <https://doi.org/10.3390/su12187445>
- Meira Cartea, P. A. (2015). De los Objetivos de Desarrollo del Milenio a los Objetivos para el Desarrollo Sostenible: el rol socialmente controvertido de la educación ambiental. *Educación Social: Revista de Intervención Social*, 61, 58-73.
- Michail, S., Stamou, A. y Stamou, G. (2007). Greek primary school teachers' understanding of current environmental issues: an exploration of their environmental knowledge and images of nature. *Science Education*, 91, 244-259. <https://doi.org/10.1002/sce.20185>
- Moreno-Fernández, O. y García-Pérez, F. F. (2013). Educar para la participación desde una perspectiva planetaria. *Íber: Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 74, 9-16.
- Muda, A., Ismail, N. S., Suandi, T. y Rashid, N. A. (2011). Analysis of cognitive and affective component of environmental literacy of pre-service teachers from institute of teacher education Malaysia. *World Applied Sciences Journal*, 14(1), 114-118. <http://www.idosi.org/wasj/wasj14%28UPM%2911/17.pdf>
- Rodríguez-Marín, F., Puig Gutiérrez, M., López Lozano, L. y Guerrero Fernández, A. (2020). Early Childhood Preservice Teachers: View of Socio-Environmental Problems and Its Relationship to the Sustainable Development Goals. *Sustainability*, 12(7), 1-14. <https://doi.org/10.3390/su12177163>
- Roth, C. E. (1992). *Environmental Literacy: Its Roots, Evolution and Directions in the 1990s*. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Pe'er, S., Goldman, D. y Yavetz, B. (2007). Environmental literacy in teacher training: Environmental attitudes, knowledge and behavior of beginning students. *The Journal of Environmental Education*, 39(1), 45-59. <https://doi.org/10.3200/JOEE.39.1.45-59>

- Smederevac-Lalic, M., Finger, D., Kovách, I., Lenhardt, M., Petrovic, J., Djikanovic, D., Conti, D. y Boeve-de Pauw, J. (2020). Knowledge and Environmental Citizenship. En A. Hadjichambis, P. Reis, D. Paraskeva-Hadjichambi, J. Činčera, J. Boeve-de Pauw, N. Gericke, M.C. Knippels (Eds), *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21 Century*. Springer
- Stables, A. y Bishop, K. (2001) Weak and Strong Conceptions of Environmental Literacy: Implications for environmental education. *Environmental Education Research*, 7(1), 89-97. <https://doi.org/10.1080/13504620125643>
- Sureda Negre, J., Oliver Trobat, M., Catalan Fernández, A. y Comas Forgas, R. (2014). Environmental education for sustainability in the curriculum of primary teacher training in Spain. *International Research in Geographical and Environmental Education*, 23(4), 281-293. <https://doi.org/10.1080/10382046.2014.946322>
- Taibo, C. (2017). *Colapso*. Los Libros de la Catarata.
- Tuncer, G., Boone, J. W., Tuzun, O. Y. y Oztekin, C. (2014). An evaluation of the environmental literacy of preservice teachers in Turkey through Rasch analysis. *Environmental Education Research*, 20(2), 202-227. <https://doi.org/10.1080/13504622.2013.768604>
- Tuncer, G., Tekkaya, C., Sungur, S., Cakiroglu, J., Ertepinar, H. y Kaplowitz, M. (2009). Assessing pre-service teachers' environmental literacy in Turkey as a mean to develop teacher education programs. *International Journal of Educational Development*, 29(4), 426-436. <https://doi.org/10.1016/j.ijedudev.2008.10.003>
- Yavetz, B., Goldman, D. y Pe'er, S. (2009). Environmental literacy of pre-service teachers in Israel: a comparison between students at the onset and end of their studies. *Environmental Education Research*, 15(4), 393-415. <https://doi.org/10.1080/13504620902928422>

Uso de dilemas socio-científicos para el desarrollo de habilidades de pensamiento crítico en docentes en formación inicial. Percepciones del profesorado

José Manuel HIERREZUELO OSORIO
Antonio Joaquín FRANCO-MARISCAL
Ángel BLANCO LÓPEZ

Datos de contacto:

José Manuel Hierrezuelo Osorio
Universidad de Málaga
jose.hierrezuelo@uma.es

Antonio Joaquín Franco-Mariscal
Universidad de Málaga
anjoa@uma.es

Ángel Blanco López
Universidad de Málaga
ablancol@uma.es

Recibido: 02/12/2021
Aceptado: 25/03/2022

RESUMEN

Este trabajo presenta un programa formativo para profesorado de ciencias en formación inicial centrado en el desarrollo de habilidades del pensamiento crítico, empleando dilemas socio-científicos como estrategia didáctica en diferentes formatos: escrito (titular, lectura y opiniones), audiovisual (vídeo) y oral (juego de rol). El programa se implementó con 86 estudiantes del Grado en Educación Primaria y del Máster en Profesorado de Educación Secundaria de la Universidad de Málaga. Se analiza la percepción de los estudiantes respecto a sus habilidades de pensamiento crítico, antes y después de su participación en el programa, utilizando como instrumento el cuestionario CPC2 (Santiuste et al., 2001). Los resultados indican que los estudiantes de ambas titulaciones parten con una percepción muy similar de sus habilidades de pensamiento crítico. Sin embargo, tras el programa los estudiantes del Grado en Educación Primaria parecen percibir una mejora de sus habilidades en mayor grado que los del Máster, al detectarse en ellos un mayor número de ítems del cuestionario con diferencias estadísticamente significativas. Esta mejora se produce en habilidades relacionadas con el análisis crítico de la información, la argumentación y la comunicación.

PALABRAS CLAVE: Pensamiento crítico; Dilemas socio-científicos; Percepciones; Profesorado en formación inicial; Argumentación; Toma de decisiones.

Use of socio-scientific dilemmas for the development of critical thinking skills in pre-service teachers. Teachers' perceptions

ABSTRACT

This paper presents a training programme for pre-service science teachers focused on the development of critical thinking skills, using socio-scientific dilemmas as a teaching strategy in different formats: written (headline, reading, opinions), audiovisual (video) and oral (role-playing). The programme was implemented with 86 students from the Primary Education Degree and Master's Degree in Secondary Education Teaching at the University of Málaga (Spain). The students' perception of critical thinking skills before and after their participation in the programme was analysed using as an instrument the CPC2 questionnaire (Santiuste et al., 2001). The results indicate that students in the two degrees start with a very similar perception of their critical thinking skills. However, after the programme, students in the Primary Education Degree seem to perceive a greater improvement in their skills than those in the Master's Degree, as a greater number of questionnaire items with statistically significant differences were detected in them. This improvement is produced in skills related to the critical analysis of information, argumentation and communication.

KEYWORDS: Critical thinking; Socio-scientific issues; Perceptions; Pre-service science teachers; Argumentation; Decision making.

Introducción

El desarrollo del pensamiento crítico (en adelante, PC) resulta imprescindible en nuestra sociedad porque, entre otros aspectos, la ciudadanía recibe diariamente un gran volumen de información que evoluciona rápidamente y dificulta la visión de conjunto para su análisis y comprensión. El PC es un proceso cognitivo que implica el análisis sistemático de informaciones, opiniones o afirmaciones que se aceptan como ciertas (Ossa & Díaz, 2017). Se trata de una competencia fundamental para disponer de una sociedad con ciudadanos competentes, libres, participativos, reflexivos y con actitudes científicas. Su desarrollo constituye una de las grandes finalidades de la educación científica (Osborne, 2014) y se contempla en los currículos escolares (MECD, 2015), en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria (MEC, 2007) y en la educación no formal (véase, p.e., Instituto Andaluz de la Juventud, 2018). A pesar de su importancia, el desarrollo del PC no está aún muy presente en la práctica educativa, principalmente por la complejidad del concepto y la dificultad para concretarlo (Torres, 2014). Para lograr el desarrollo del PC se requiere reformular planes de estudio, utilizar nuevos métodos pedagógicos para propiciar la adquisición de conocimientos prácticos, competencias y aptitudes para la comunicación, análisis

crítico y creativo, reflexión y trabajo en equipo.

La literatura muestra que el PC del profesorado en formación inicial (en adelante, PFI) debe mejorar (Palma et al., 2017), que existen pocas propuestas para su desarrollo, y que la argumentación (Martínez & Pascual, 2013) y la toma de decisiones (Díaz & Jiménez-Liso, 2012) pueden ser buenas herramientas para fomentarlo. Se requieren, por tanto, propuestas implementadas y evaluadas para abordar el desarrollo del PC desde la enseñanza de las ciencias.

Los programas para la formación inicial del profesorado diseñados desde una perspectiva constructivista muestran también que es esencial conocer las percepciones de los PFIs, sus conocimientos, habilidades, motivaciones y expectativas (Stuart & Tatro, 2000). De Vicente afirma que “es de suma importancia que los formadores de profesores conozcan el pensamiento de sus estudiantes, de forma que les ayude a diseñar estrategias más efectivas para enseñar a enseñar y a planificar estrategias de cambio en las creencias iniciales de los estudiantes de profesorado” (2004, pp.445-447). En el caso que nos ocupa, ayudar a los estudiantes a identificar sus habilidades iniciales de PC contribuye, además, al diseño de estrategias formativas más efectivas, un valor para los propios PFIs en la medida en que ellos mismos pueden ser conscientes de sus fortalezas y debilidades al implicarse en el programa formativo y que, a su vez, les permite valorar al final del mismo los avances percibidos. La toma de conciencia de los PFIs de que sus habilidades de PC hayan podido mejorar es una de las razones que les puede animar a utilizar, con las debidas adaptaciones, este tipo de actividades con sus estudiantes. Esto nos lleva a la necesidad de pensar y reflexionar lo relevante que es el conocimiento de las percepciones, actitudes, creencias y cómo éstas juegan un papel destacado en el proceso de convertirse en profesor (Colmenero, 2006). Esto es importante tanto para el desarrollo del PC como para cualquier otro aspecto que los profesores tengan que abordar en su práctica docente.

Teniendo en cuenta estas ideas, este trabajo presenta un programa formativo para ayudar al desarrollo del PC de los PFIs y su enseñanza, e indaga en las percepciones de los futuros docentes sobre las habilidades adquiridas. El programa se centra en el uso de dilemas socio-científicos (Evagorou et al., 2012) que ayudan, además de a desarrollar habilidades de PC, a mejorar la comprensión conceptual, la indagación científica, las actitudes y los valores sociales. La adquisición de todos estos aspectos por parte de los PFIs les ayudará no solo ser ciudadanos competentes y responsables que toman decisiones fundamentadas y son críticos en la sociedad, sino también a trasladarlas a su futuro alumnado (Pro et al., 2022). El programa proporciona, desde la enseñanza de las ciencias, un espacio para trabajar determinados problemas donde los estudiantes deben ser capaces de relacionar la teoría y los conocimientos científicos adquiridos en el aula con problemas de su vida diaria (Dawson & Carson, 2017), lo que repercutiría directamente en un aumento de su interés y motivación hacia las ciencias. Habitualmente, la implementación en el aula de dilemas socio-científicos se realiza mediante debates, una estrategia bastante extendida en educación (Martini et al., 2021). Este trabajo presenta como novedad la puesta en práctica de dilemas socio-científicos que abordan problemas de actualidad relacionados con la energía, la

tecnología o los hábitos de vida saludable planteados en diferentes formatos escritos (titular, lectura, opiniones), audiovisuales (vídeo) y orales (juego de rol) que favorecen no sólo la argumentación científica y la toma de decisiones, como habilidades importantes del PC en la enseñanza de las ciencias, sino también otras habilidades implicadas como la lectura comprensiva, la expresión escrita/oral o el visionado crítico de información (Hierrezuelo et al., 2021a; Hierrezuelo et al., 2021b).

Marco teórico

El pensamiento crítico y la educación científica

El PC es un constructo desarrollado principalmente en el ámbito de la psicología cognitiva en el que se entiende como un pensamiento razonado, reflexivo, que se centra en decidir qué creer o hacer (Ennis, 2003) con un alto componente subjetivo. Este concepto se ha extendido a la educación en general, en la que constituye actualmente un foco de interés al incluir competencias transversales y funcionales para la vida personal, social y laboral (Vázquez & Manassero, 2020).

Se trata de un concepto complejo integrado por diferentes habilidades y disposiciones (Vieira & Tenreiro, 2016) y, por ello, es difícil encontrar una definición consensuada en la literatura. Así, Lipman (1997) lo entiende como un conjunto de habilidades de orden superior constitutivas del pensamiento. Santiuste et al. (2001) consideran que el contexto, las estrategias y las motivaciones son elementos importantes del PC. Además, plantean que el PC procede implícitamente de aspectos como escuchar a otros, actuar de distinta manera, pensar autónomamente y anticipar procesos de búsqueda, cuestionando la existencia de formas de pensamiento no necesariamente lógicas. Para Halpern (2006) el PC está implicado en resolver problemas, formular inferencias y tomar decisiones.

A pesar de ser evidente que el PC está integrado por diferentes habilidades, no existe tampoco una descripción unificada de las mismas. Para Lipman (1997), comprensión lectora, expresión escrita y escucha-expresión oral son habilidades básicas del PC. Santiuste et al. (2001) organizan esas habilidades en dos dimensiones: sustantiva y dialógica. La dimensión sustantiva comprende aquellas acciones de la persona para dar cuenta de las razones y evidencias en las que sustenta su punto de vista, mientras que la dimensión dialógica comprende acciones dirigidas hacia el análisis y/o la integración de puntos de vista divergentes o, en contraposición, con su propia perspectiva. Ambas dimensiones integran leer, expresar por escrito, y escuchar y expresar oralmente. Supone, además, la construcción de argumentos razonados que permitan dar respuesta a refutaciones y a precisar las diferentes perspectivas.

Desde la educación científica también se han realizado distintas aportaciones al desarrollo del PC. Para Osborne (2014) la crítica y el cuestionamiento son fundamentales para la práctica de la ciencia, y sin argumentos y su evaluación sería imposible construir conocimiento fiable. Jiménez-Aleixandre (2010) define el PC como "la capacidad de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de

reflexionar sobre la sociedad y participar en ella (p. 39)". Asimismo, resalta que el PC tiene componentes de la argumentación, como la búsqueda y uso de pruebas. Vázquez y Manassero (2018) sintetizan el PC en cuatro dimensiones: creatividad, razonamiento y argumentación, procesos complejos (resolución de problemas y toma de decisiones), y evaluación y juicio, incluyendo cada una diferentes habilidades. Estas habilidades no se limitan solo a lo cognitivo, sino también juegan un papel relevante en contextos, actitudes, valores y emociones. En este sentido, la enseñanza de las ciencias está cargada de sentimientos, valores e ideales que pueden actuar como facilitadores u obstáculos de la enseñanza y aprendizaje (Bravo et al., 2022). Para Solbes y Torres (2012), el desarrollo del PC exige a la persona la adquisición de un conjunto de competencias para abordar y discutir sobre cuestiones socio-científicas, además de la necesidad de entender la ciencia como una actividad humana que tiene relaciones con la tecnología-medioambiente-sociedad. Algunas habilidades consideradas por Solbes y Torres (2012) son cuestionar la validez de argumentos, no limitarse a discursos dominantes, detectar falacias argumentativas, estudiar el problema socio-científico de forma integral, tomar decisiones fundamentadas, etc.

A partir de estas ideas, consideramos que el PC, en el contexto de problemas socio-científicos, está formado por ocho dimensiones: visión de la ciencia, conocimientos, análisis crítico de la información, tratamiento de problemas, argumentación, autonomía personal, toma de decisiones y comunicación (Blanco et al., 2017). En este esquema de referencia para el desarrollo del PC se entiende que es necesario concebir la ciencia como una actividad humana con múltiples relaciones con la tecnología, la sociedad y el ambiente (visión de la ciencia), y estar informado de los temas que se abordan, no limitándose a discursos dominantes y conociendo posturas alternativas (conocimientos). También es importante ser capaz de evaluar la credibilidad de diferentes fuentes de información, teniendo en cuenta los intereses subyacentes (análisis crítico de la información), lo que permitirá al ciudadano abordar los problemas de una manera integral, en su complejidad, considerando las dimensiones científicas, técnicas, éticas, culturales, filosóficas, sociales, ambientales, económicas, etc. (tratamiento de problemas), y crear argumentaciones sólidas a la vez que cuestiona la validez de los argumentos, rechaza conclusiones no basadas en pruebas, y detecta falacias argumentativas (argumentación). En definitiva, a partir de estos aspectos, el ciudadano será capaz de desarrollar una opinión independiente, adquiriendo la facultad de reflexionar sobre la sociedad y participar de forma activa en ella (autonomía personal), así como hacer elecciones racionales y juicios fundamentados como elementos de las decisiones que son empleadas para resolver problemas (toma de decisiones), siendo capaces de comunicar esas decisiones usando un lenguaje apropiado, de acuerdo con el contexto e intenciones (comunicación).

Estrategias didácticas para desarrollar pensamiento crítico

Para López (2012) es fundamental abordar el PC desde diferentes disciplinas y contextos, implementando estrategias de enseñanza de habilidades cognitivas,

metacognitivas y disposicionales en cualquier nivel educativo. La literatura recoge diferentes estrategias útiles para desarrollar habilidades de PC entre las que destacan las cuestiones socio-científicas (Torres, 2014), el aprendizaje basado en problemas (Cerullo & Cruz, 2010), los debates (Martini et al., 2021), la argumentación (Jiménez-Aleixandre, 2010), las prácticas científicas (Puig et al., 2021), la gamificación (Morris et al., 2013), los juegos de rol (Chen & Wu, 2021), la lectura crítica de artículos (Cerullo & Cruz, 2010), el cine (Petit et al., 2021) o el uso de dilemas (Herreid, 1996; Mottola & Murphy, 2001; Franco-Mariscal et al., 2018, 2021). Desde nuestro punto de vista, todas estas estrategias, algunas procedentes de otros ámbitos, pueden ser útiles en la didáctica de las ciencias, en especial el uso de dilemas, que plantea al estudiante una situación en la que debe tomar una decisión (Herreid, 1996). En este trabajo entendemos los dilemas como situaciones relacionadas con la ciencia, la tecnología y la sociedad en las que el estudiante debe decidir razonadamente entre opciones generalmente incompatibles. De acuerdo con Herreid (1996), el dilema permite a los estudiantes obtener una comprensión del problema y sugerir posibles soluciones al mismo, a la vez que desarrolla habilidades de PC y la capacidad de expresión.

Esta estrategia se está extendiendo en las aulas para obtener información sobre conocimientos, creencias epistemológicas (Kuhn et al., 2000), aspectos éticos (Loving et al., 2003) o la forma de razonar del alumnado (Torres, 2014). Los dilemas planteados a través de problemas socio-científicos permiten desarrollar habilidades de PC en temas sobre energía, recursos, medioambiente o salud, al abordar conocimientos científicos en relación con la vida diaria (Evagorou et al., 2012). Entre las habilidades a trabajar resaltan especialmente argumentación y toma de decisiones (Fang et al., 2019) al cuestionarse el problema desde diferentes perspectivas, y el uso de pruebas científicas para argumentar (Bravo & Jiménez-Aleixandre, 2018). Algunos ejemplos de dilemas implementados en el aula de ciencias son la producción y gestión de energía nuclear (Crujeiras et al., 2020), el impacto ambiental y social de la minería ilegal (Cebrián et al., 2016), la destrucción del ecosistema de las ardillas rojas (Evagorou et al., 2012), etc.

Objetivos de la investigación

Por todo ello, nos planteamos el diseño, la implementación y la evaluación de un programa formativo centrado en dilemas socio-científicos, con objeto de desarrollar habilidades de PC en PFIs. Este trabajo plantea estas preguntas de investigación:

- ¿Cómo puede ayudar el uso de dilemas socio-científicos al diseño de un programa formativo para desarrollar habilidades de PC en PFIs?
- ¿Qué percepciones muestran los PFIs sobre el desarrollo de sus habilidades de PC antes y después de participar en un programa formativo con esa finalidad?
- ¿Qué diferencias existen, si las hay, entre las percepciones de PFIs de Grado y Máster?

Para ello, en primer lugar, se presenta el contexto formativo y, en segundo lugar, se identifican posibles cambios de percepción de los PFIs del Grado en Educación

Primaria (GEP) y del Máster en Profesorado de Educación Secundaria (MAES).

Contexto formativo

Elección y diseño de los dilemas

La primera decisión en el diseño del programa formativo fue la elección de formatos y temáticas de los dilemas socio-científicos. Se optó por tres formatos: escrito (titular, lectura y opiniones), audiovisual (vídeo) y oral (juego de rol) y por temas relacionados con la energía, la tecnología y la salud, ámbitos destacados por la OCDE (2017) en la evaluación de la competencia científica dentro de los contextos que establecen para cada ámbito (personal, local/nacional, global). A continuación, se describen los formatos y dilemas empleados.

Formatos de dilemas

Formato escrito (titular, lectura y opiniones)

Este formato se presentó en tres soportes. El soporte titular ofrece un titular de prensa sobre el dilema en cuestión, sin ninguna información adicional, a partir del cual los PFIs deben tomar una decisión sobre el dilema utilizando argumentos a favor y en contra del mismo.

El soporte lectura, con extensión de una página, incluye dos textos con ideas opuestas sobre el dilema. A partir de esta información, los PFIs deben identificar en los textos argumentos a favor y en contra del dilema y emplearlos para adoptar una decisión. Para su diseño, el formador debe realizar una búsqueda y análisis de información en distintas fuentes para asegurar que los textos recojan argumentos a favor y en contra del dilema. Es importante destacar que los textos no tienen que ser copias fieles del original, recomendándose su adaptación para evitar información innecesaria.

Las actividades planteadas en los soportes titular y lectura pretenden fomentar la capacidad de comunicar por escrito, con y sin información, la comprensión de textos, la elaboración e identificación de argumentos, y la toma de decisiones. Además, permite reflexionar sobre la importancia de argumentar y tomar decisiones disponiendo o no de información contrastada.

El soporte opiniones utiliza opiniones formales e informales recogidas de diferentes fuentes tanto a favor como en contra del dilema, a partir de las cuales los PFIs deben tomar una decisión argumentada. Este soporte permite desarrollar habilidades como comprender información escrita, expresar por escrito argumentos, o ser capaz de tomar una decisión en base a opiniones procedentes de diversas fuentes.

Formato audiovisual (vídeo)

Este formato presenta dos vídeos con información opuesta. Los PFIs deben identificar en los vídeos argumentos a favor y en contra del dilema, y a partir de ellos

tomar una decisión argumentada. Los vídeos deben tener escasa duración, para lo que se recomienda una edición del original. Como habilidades del PC, este formato trabaja la identificación y elaboración escrita de argumentos, el análisis crítico de la información de un vídeo y la toma de decisiones. Permite, asimismo, reflexionar sobre la importancia de argumentar y tomar decisiones accediendo a información audiovisual.

Formato oral (juego de rol)

Este formato se desarrolla a través de un juego de rol, una simulación en la que diferentes personajes defienden roles enfrentados en un mismo problema (Hierrezuelo et al., 2021b). Los PFIs deben tomar una postura sobre el dilema antes y después del juego de rol. Este formato supone una preparación previa de los roles implicados y una posterior escenificación en el aula. En la preparación previa deben cumplimentar una ficha con diferentes argumentos para defender su rol en el debate y argumentos con posibles debilidades del resto de roles para contraargumentar. Este formato promueve la argumentación, el análisis crítico de información, el tratamiento integral de problemas, la toma de decisiones, la autonomía personal y la comunicación.

Dilemas incluidos en el programa formativo

A: Dilema sobre la implantación de una luna artificial

Este dilema, relacionado con la energía, surge de la aparición de noticias recientes sobre la sustitución del alumbrado convencional en una ciudad china por una luna artificial construida por paneles solares. El dilema se plantea en términos de posibles repercusiones en el ámbito energético, de la salud, ambiental, tecnológico, social, etc. que podrían tener lugar. El dilema emplea los formatos escrito titular y lectura. En primer lugar, se presenta solo el titular (“Una ciudad china está construyendo su propia luna artificial para iluminar sus calles”) y, posteriormente, acompañado de dos textos elaborados por los investigadores a partir de noticias de prensa publicadas en revistas digitales (Hierrezuelo et al., 2021a). Un ejemplo de argumento a favor proporcionado en la lectura fue “la luna artificial reducirá los costes del funcionamiento y mantenimiento de las farolas”, mientras que otro en contra fue “la luna artificial podría tener consecuencias ambientales debido a la contaminación lumínica”. Este dilema se empleó como pre-test y post-test para conocer la evolución de las habilidades de PC antes y después de haber participado en el programa.

B: Dilema sobre el consumo de azúcar

Este dilema aborda el carácter saludable o no del consumo de azúcar para nuestro organismo. El dilema emplea los formatos escrito (titular) y audiovisual (vídeo) y plantea tomar una decisión argumentada sobre el problema, en primer lugar, a partir del titular de prensa “El azúcar, ¿es beneficioso o nocivo para la salud?” y, a continuación, apoyándose en dos vídeos que ofrecen información opuesta sobre el dilema (Hierrezuelo et al., 2021a). Los vídeos incluyen argumentos tanto a favor (“está

científicamente probado que niños y adultos requieren ingerir glucosa”) como en contra del consumo de azúcar (“consumir menos azúcar reduce el riesgo de padecer cáncer”). Este dilema se empleó como pre- y post-test.

C: Dilema sobre los coches autónomos

Este dilema se centra en la tecnología, concretamente en la utilidad (o no) de los coches autónomos. Surge de la controversia social que supone cambiar el modelo de circulación hacia una mayor seguridad en las carreteras, que choca frontalmente con la dependencia total en la tecnología para desarrollar nuestro día a día. El dilema emplea los formatos escrito titular y opiniones. Se presenta en primer lugar con un titular (“Coches autónomos: presente y futuro de una conducción que cambiará el mundo”) para que tomen una decisión e indiquen tres argumentos a favor y en contra del dilema, y, luego, junto a opiniones breves encontradas de varias personas implicadas en el dilema desde distintas perspectivas (Hierrezuelo et al., 2021a). Algunas opiniones correspondían a expertos en el tema, y otras fueron extraídas de blogs o foros. A modo de ejemplo, incluye la opinión del director general de la Asociación Española de la Carretera (“la infraestructura vial tiene poca capacidad de adaptación al coche autónomo”) y la de un comprador (“me parece que los coches autónomos son un avance muy importante para mejorar las condiciones de vida con la tecnología”). Como en los otros dilemas, algunos argumentos se presentan a favor y otros en contra. Este dilema se empleó como pre- y post-test.

D: Dilema sobre la dieta vegana

Este dilema está relacionado con el ámbito de la salud y plantea una disyuntiva arraigada a nivel social sobre si la dieta vegana es o no saludable (Hierrezuelo et al., 2020). Emplea el soporte titular (“Cada vez son más las personas que optan por la dieta vegana”) y dos lecturas que incluían argumentos como “los alimentos veganos, especialmente los granos y frijoles ricos en fibra y las frutas y verduras envasadas con fitoquímicos, pueden ayudar a prevenir el cáncer” (a favor del dilema) o “las personas que siguen dieta vegana no están muertas porque toman complementos químicos, ya que sin ellos desarrollarían anemias, que si se prolongan en el tiempo producen la muerte” (en contra). Este dilema se empleó como parte de la instrucción para analizar y desarrollar habilidades de argumentación y toma decisiones.

E: Dilema sobre el uso de plásticos

Este dilema plantea un acuerdo de la Unión Europea para eliminar plásticos de un solo uso en sus países integrantes en 2021. El escenario donde se desarrolla es un debate televisivo con personajes con diferentes opiniones y roles (ocho a favor y ocho en contra) (Juárez et al., 2019; Hierrezuelo et al., 2021b). Un argumento que surgió a favor de la eliminación de plásticos de un solo uso fue “es un material que puede tardar siglos en desaparecer y tiene una vida útil de apenas un cuarto de hora”, mientras que otro en contra fue “el principal problema no es la producción de plástico, sino el mal uso que hacemos de ellos”. Este dilema se empleó en la fase de instrucción.

Estructura del programa formativo

El programa se desarrolló durante un cuatrimestre en cuatro fases (figura 1) y ocho sesiones no consecutivas de 90 minutos.

Fase 1. Evaluación inicial de la capacidad de argumentación, comunicación y toma de decisiones de los PFIs, y de su percepción de distintas habilidades de PC (1 sesión). Se emplearon a modo de pre-test varios dilemas socio-científicos en diferentes formatos y el cuestionario de PC denominado CPC2 (Santiuste et al., 2001).

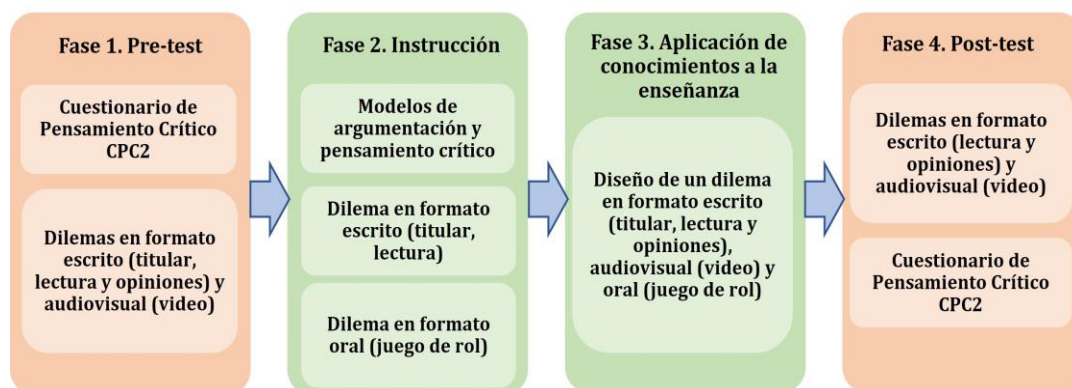
Fase 2. Instrucción (4 sesiones). Esta fase abordó diferentes modelos de argumentación y PC, se analizó un dilema socio-científico, y se preparó y escenificó un juego de rol.

Fase 3. Aplicación de conocimientos a la enseñanza (2 sesiones). Los PFIs con el rol de docentes diseñaron, en pequeño grupo, una actividad para desarrollar habilidades de PC dirigida a estudiantes de la etapa educativa para la que se estaban formando y la expusieron a sus compañeros. Esta fase es importante en la formación inicial del profesorado ya que además de haberlo experimentado en primera persona (fase 2) deben trasladarlo a su futura enseñanza.

Fase 4. Evaluación de habilidades de PC y percepción de los PFIs tras el programa (post-test) (1 sesión).

Figura 1

Fases del programa formativo sobre PC para PFIs



Secuencia de actividades

Este apartado desarrolla la secuencia de actividades incluidas en cada fase del programa, ofreciendo una descripción de su implementación en el aula.

Fase 1: Evaluación inicial de la capacidad de argumentación, comunicación y toma de decisiones de los PFIs y de su percepción de distintas habilidades de PC (pre-test)

Actividad 1. Cuestionario CPC2 (Santiuste et al., 2001). Los PFIs responden el cuestionario, de 30 ítems (Tablas 1, 2 y 3), manifestando su percepción sobre diferentes habilidades del PC. Esta actividad permite conocer la percepción inicial de los PFIs sobre sus propias habilidades del PC. La implementación en el aula se realizó de manera online utilizando formularios de Google Forms.

Actividad 2. Dilema A sobre la implantación de una luna artificial. Se estructuró en dos tareas. La primera, suministró el titular de prensa en formato online, a partir del cual debían formular tres argumentos a favor y tres en contra, junto con su justificación y tomar una decisión ante el dilema (Hierrezuelo et al., 2021a). La segunda tarea proporcionaba el mismo titular junto a dos textos con argumentos opuestos para que cada PFI identificase tres argumentos a favor y tres en contra, justificando sus respuestas. Por último, se pidió que se posicionasen tomando una decisión argumentada. El enunciado de la actividad está disponible en: <https://forms.gle/GuxPboyctTeHruLh8>.

Actividad 3. Dilema B sobre el consumo de azúcar. Consta de dos tareas. La primera presentó a los PFIs el titular de forma online, para que elaborasen tres argumentos a favor y en contra del mismo incluyendo una justificación. La segunda tarea planteó el mismo titular junto a dos vídeos con argumentos a favor y en contra del consumo de azúcar (Hierrezuelo et al., 2021a), para que cada PFI identificase tres argumentos a favor y tres en contra, justificando sus respuestas. Los PFIs debían realizar anotaciones sobre cada vídeo utilizando la herramienta colaborativa CoAnnotation (Cebrián et al., 2016). Asimismo, se pidió una decisión argumentada sobre el consumo de azúcar. No se informó de la naturaleza opuesta de los vídeos. El enunciado de la actividad está disponible en: <https://forms.gle/ktiTd1VzCFa1rLji8>

Actividad 4. Dilema C sobre el uso de coches autónomos. Primero, los PFIs debían redactar tres argumentos a favor y en contra a partir de un titular de prensa. Estos argumentos debían estar justificados, y a su vez, debían posicionarse sobre si lo comprarían o no. La segunda tarea presentó de nuevo el titular acompañado de opiniones encontradas de especialistas (Hierrezuelo et al., 2021a), a partir de las cuales debían elaborar su propio argumento y decidir si compraban o no un coche autónomo para mejorar la seguridad vial. El enunciado de la actividad está disponible en: <https://forms.gle/BRQp7DkDT1xFxiABA>

Fase 2: Instrucción

Actividad 5. Modelos de argumentación y PC. El profesor llevó a cabo una sesión formativa donde expuso cómo diferentes autores entienden la argumentación en ciencias, haciendo hincapié en su importancia en la vida diaria, en la educación científica y en su contribución al PC. Se mostraron el modelo de argumentación de Toulmin (1958), una versión simplificada del mismo (Jiménez-Aleixandre, 2010) y el modelo de Osborne et al. (2016). Como primera tarea se pidió identificar los elementos

esenciales de un argumento (pruebas, justificación y conclusión) a través de un ejemplo sencillo donde observan las huellas de un animal en la nieve como prueba para dar una respuesta argumentada a la pregunta ¿Quién anda en la nieve? (Cebrián et al., 2021). Como segunda tarea se propuso argumentar sobre si un joven pelirrojo de piel blanca y con pecas del que se mostró su imagen era probable que se quemase al sol (Cebrián et al., 2021). Se pretendía que reconocieran la importancia de refutar argumentos y conocer las ideas científicas previas. Se presentaron, asimismo, distintas habilidades del PC, centrándonos en el enfoque de Blanco et al. (2017).

Actividad 6. Dilema D sobre la dieta vegana. Su implementación es similar a la actividad 2. Los PFIs abordaron individualmente el dilema en primer lugar solo con el titular y, posteriormente, apoyados en dos lecturas. Como en la fase 1, debían tomar en ambos momentos una decisión argumentada ante el dilema e identificar argumentos en los textos. Además, se analizó en el aula en gran grupo la tarea de forma pormenorizada, identificando primero argumentos a favor y en contra presentes en los textos, a continuación, analizando algunos de los argumentos elaborados por los PFIs y, finalmente, considerando las razones por las que se habían producido cambios de postura (Hierrezuelo et al., 2020). El enunciado de esta actividad está disponible en: <https://forms.gle/9dWW9KZBUgdLZBS7A>.

Actividad 7. Dilema E sobre el uso de plásticos. La implementación en el aula incluye: (1) Presentación del dilema por el profesor, las características y reglas del juego, y el reparto de roles a favor y en contra del dilema, que se pueden consultar en (Hierrezuelo et al., 2021b), así como la elección del equipo de asesores para cada rol. Además, el alumnado debe tomar una postura inicial. Repartidos los roles y previo a la escenificación, los PFIs recogieron en una ficha argumentos para defender su rol y contraargumentos con debilidades del resto de roles. (2) Escenificación en el aula con esta estructura: (a) Planteamiento del problema por los presentadores (3 minutos), (b) turnos de palabra (1 minuto) donde cada rol ofrece sus argumentos, (c) descanso donde los personajes preparan el debate con sus asesores (5 minutos), (d) debate donde los roles defienden o contraargumentan distintas posturas (25 minutos) y (e) resumen del debate de los presentadores (5 minutos). (3) Toma de decisión final de cada estudiante sobre el dilema.

Fase 3: Aplicación de conocimientos a la enseñanza

Actividad 8. Diseño de una actividad para desarrollar habilidades de PC. Esta actividad pretende que los PFIs, adquiriendo el rol de docentes, apliquen los conocimientos recibidos durante el programa. Para ello, se pidió que, en pequeño grupo, diseñasen una actividad para desarrollar habilidades de PC en estudiantes de su etapa educativa con un formato similar a los del programa (escrito -titular, lectura, opiniones-, audiovisual -vídeo- y oral -juego de rol-) que incluyese: (a) Definición del dilema socio-científico para abordar el PC. (b) Búsqueda de titulares/lecturas/opiniones/vídeos/roles con argumentos a favor y en contra del dilema, que puedan identificarse claramente. El juego de rol debía incluir la descripción de, al menos, cuatro roles a favor y cuatro en contra, y tres posibles argumentos y contraargumentos.

(c) Elección de un argumento a favor y otro en contra, y análisis de los elementos esenciales según el modelo de Toulmin (1958). (d) Especificación de cómo se evaluará la actividad. (e) Posibles contribuciones de la actividad al desarrollo del PC de los estudiantes.

Actividad 9. Exposición de la actividad diseñada. Pretende que los PFIs muestren la habilidad de comunicación oral y escrita. Para ello, entregan una memoria escrita del diseño y realizan una exposición oral de diez minutos de duración.

Fase 4: Evaluación de habilidades de PC y percepción de PFIs tras el programa (post-test)

Actividad 10. Dilemas A, B y C. Los PFIs vuelven a identificar, justificar argumentos y tomar una decisión en los dilemas A, B y C con el objetivo de analizar una posible evolución en el desarrollo de habilidades del PC.

Actividad 11. Cuestionario CPC2. Los PFIs responden de nuevo de forma online al cuestionario manifestando su percepción sobre diferentes habilidades del PC.

Metodología

Participantes

Este programa se implementó con 86 PFIs de la Universidad de Málaga. 43 PFIs (78,7% chicas y 21,3% chicos) estudiaban el tercer curso del GEP y tenían edades comprendidas entre 19 y 36 años. Otros 43 cursaban el MAES en las especialidades de Física y Química (N=16) y Biología y Geología (N=27), siendo el 56,3% chicas y el 43,7% chicos, todos de edades entre 21 y 51 años. La implementación en el aula fue realizada por dos docentes (los dos primeros autores del artículo) en las asignaturas *Didáctica de las Ciencias Experimentales* del GEP e *Innovación Docente e Iniciación a la Investigación Educativa* del MAES, respectivamente, durante el curso 2019-20.

Instrumentos y análisis de datos

Las fases 1 y 4 del programa emplean diferentes actividades y cuestionarios utilizados como instrumentos para la recogida de datos en el pre-test y post-test. Este trabajo se centra exclusivamente en la percepción de PFIs respecto a sus habilidades de PC analizando los datos recogidos en el cuestionario CPC2 (Santiuste et al., 2001) de 30 ítems, contruidos con una escala Likert de 1 a 5 puntos (1, en total desacuerdo y 5, totalmente de acuerdo). Este cuestionario aborda las dimensiones sustantiva (centrada en los puntos de vista de la propia persona) (22 ítems) y dialógica (la confrontación entre puntos de vista de dos o más personas) (8 ítems) con habilidades relacionadas con leer, expresar por escrito, y escuchar y expresar oralmente. Este cuestionario se seleccionó porque sus dimensiones son acordes con los formatos de dilemas utilizados en el programa formativo. Asimismo, desde la perspectiva del esquema para el desarrollo del PC de Blanco et al. (2017), los ítems del CPC2 se pueden relacionar fundamentalmente con las dimensiones: conocimientos (D2), análisis crítico

de la información (D3), tratamiento de problemas (D4), argumentación (D5), autonomía personal (D6) y comunicación (D8).

Para comprobar si la distribución de los datos obtenidos se ajustaba a una curva normal se realizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov. El resultado mostró una significación de 0,000 en todos los ítems y en ambas muestras, rechazando así la hipótesis nula sobre la normalidad de la distribución de los datos de las variables del estudio. Por ello, a partir de las respuestas de los PFIs se analizaron las frecuencias obtenidas en las cinco opciones para cada ítem en los dos momentos de intervención y se calculó la mediana. Se llevaron a cabo dos estudios con estadísticos no paramétricos: (a) la prueba U de Mann-Whitney para dos muestras independientes, para estudiar posibles diferencias significativas iniciales entre GEP y MAES, y (b) la prueba de Wilcoxon para dos muestras relacionadas, para detectar posibles diferencias para cada grupo, GEP y MAES, entre pre- y post-test. Se calculó también, en los casos de diferencias significativas, el tamaño del efecto utilizando la ecuación $r=Z/\sqrt{N}$, donde N es el número de PFIs en cada momento y Z el valor de la prueba estadística. En cuanto al valor de r, se considera efecto pequeño (0,1), medio (0,3) y grande (0,5) (Cohen, 1988). Todas las pruebas estadísticas se realizaron con SPSS 23.0.

Resultados y discusión

Para presentar los resultados obtenidos se analizan, en primer lugar, las diferencias de percepciones iniciales entre ambos grupos (GEP y MAES) y, luego, las diferencias entre pre- y post-test para cada grupo por separado.

Comparación de percepciones iniciales entre grupos (GEP y MAES)

Con la finalidad de conocer el punto de partida de ambos grupos, lo que permitirá valorar de forma más precisa las posibles mejoras después del programa, se compararon las percepciones iniciales entre GEP y MAES. Los resultados obtenidos muestran que los dos grupos presentaban antes de la intervención una percepción similar de sus habilidades de PC tanto en la dimensión sustantiva como dialógica en las que no se encontraron diferencias significativas. Esto se corroboró en el análisis por ítems en el que solo se apreciaron diferencias estadísticamente significativas a favor del MAES, con un tamaño de efecto pequeño, en el pre-test en un ítem de la dimensión dialógica (“cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, considero que puedo estar equivocado y que quizás sea el autor el que tenga la razón”, ítem 13) ($U= -2.03$; $p= 0.04$; $r= 0.22$) relacionado con el análisis crítico de información (D3) (Osborne, 2014) y argumentación (D5) (Jiménez-Aleixandre, 2010; Vázquez & Manassero, 2018).

Diferencias de percepciones entre pre- y post-test para cada grupo

Para presentar los resultados de este apartado, los ítems se organizaron en función de las habilidades leer, expresar por escrito, y escuchar y expresar oralmente, presentes en los formatos de los dilemas utilizados.

Habilidad leer

Tabla 1

Prueba de Wilcoxon entre pre-test y post-test para GEP y MAES para la habilidad leer

GEP				MAES			
Z	p	A favor	r	Z	p	A favor	r
Dimensión sustantiva							
1. Cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, busco razones contrarias a las que se exponen en el texto (D3, D5). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-3.00	0.00	Post	0.32	-1.49	0.14	--	--
2. Sé diferenciar los hechos y las opiniones en los textos que leo (D3). Medianas: GEP y MAES (c)							
0.00	1.00	--	--	-0.59	0.55	--	--
3. Cuando leo un texto, identifico claramente la información relevante (D3, D5). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.15	0.25	--	--	-0.47	0.64	--	--
4. Cuando leo un texto, identifico claramente la información irrelevante (D3, D5). Medianas: GEP y MAES (c)							
-2.26	0.01	Post	0.24	-0.58	0.56	--	--
5. Cuando leo un texto argumentativo, identifico claramente los argumentos que corroboran o refutan una tesis (D5). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.19	0.84	--	--	-0.16	0.87	--	--
6. Sé extraer conclusiones fundamentales de los textos que leo (D3, D5). Medianas: GEP y MAES(c)							
-2.06	0.04	Post	0.22	-2.24	0.02	Post	0.24
7. Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro la utilidad de cada una de ellas (D4). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.49	0.62	--	--	-0.29	0.77	--	--
8. Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro si todas ellas son igualmente posibles de poner en práctica (D4). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.40	0.16	--	--	-1.03	0.30	--	--
9. Cuando un autor expone varias posibles soluciones a un problema, valoro si ha expuesto también todas las condiciones necesarias para ponerlas en práctica (D4). Medianas: GEP (a); MAES (b)							
-1.52	0.13	--	--	-2.71	0.01	Post	0.29
10. Cuando leo un texto sé si el autor trata de dar una opinión, exponer un problema y sus soluciones, explicar unos hechos, etc. (D3). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.58	0.56	--	--	-1.45	0.15	--	--
11. Verifico la lógica interna de los textos que leo (D3, D5). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-2.29	0.02	Post	0.25	-2.26	0.02	Post	0.24
12. Me planteo si los textos que leo dicen algo que esté vigente hoy en día (D2, D3). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-2.13	0.03	Post	0.23	-2.08	0.04	Post	0.22
Dimensión dialógica							
13. Cuando leo algo con lo que no estoy de acuerdo, considero que puedo estar equivocado y que quizás sea el autor el que tenga la razón (D3, D5). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-1.51	0.13	--	--	-0.21	0.83	--	--
14. Cuando leo una opinión o una tesis, no tomo partido por ella hasta que dispongo de suficiente evidencia o razones que las justifiquen (D3, D5). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.29	0.19	--	--	-0.20	0.84	--	--
15. Cuando leo una opinión que está de acuerdo con mi punto de vista, tomo partido por ella sin considerar otras posibles razones contrarias a la misma (D3, D5, D7). Medianas: GEP y MAES (a)							
-1.01	0.31	--	--	-1.19	0.23	--	--
16. Cuando leo la interpretación de un hecho, me pregunto si existen interpretaciones alternativas (D2, D3). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.99	0.05	Post	0.21	0.00	1.00	--	--

La tabla 1 presenta los resultados de la habilidad leer. Se sombrea en gris los ítems en los que se encontraron diferencias estadísticamente significativas. Se utiliza la siguiente codificación para ésta y sucesivas tablas:

- Dimensiones de Blanco et al. (2017): D1: Visión de la ciencia; D2: Conocimientos; D3: Análisis crítico de la información; D4: Tratamiento de los problemas; D5: Argumentación; D6: Autonomía personal; D7: Toma de decisiones; D8: Comunicación.
- Evolución de medianas pre-/post-test: (a) 3,00 a 3.00; (b) 3.00 a 4.00; (c) 4.00 a 4.00; (d) 4.00 a 5.00; (e) 5.00 a 5.00.

Para el GEP se detectaron diferencias significativas en 6 de los 16 ítems relativos a la habilidad leer, cinco de ellos de la dimensión sustantiva (ítems 1,4, 6 y 11) y uno (16) de la dialógica. El tamaño de efecto fue pequeño en todos los casos, excepto para el ítem 1 que fue mediano. Todos estos ítems están relacionados con el análisis crítico de la información (D3) (Osborne, 2014), cuatro de ellos con la argumentación (D5) (Jiménez-Aleixandre, 2010, Solbes & Torres, 2012) y dos con los conocimientos (D2).

En el caso del MAES sólo se encontraron diferencias en cuatro ítems (6,9, 11 y 12), todos ellos con tamaño de efecto pequeño y de la dimensión sustantiva. En este grupo además de las dimensiones D2, D3 y D5, uno de los ítems se relaciona con el tratamiento de problemas (D4) (Solbes & Torres, 2012).

Además, puede considerarse un resultado positivo en ambos grupos la ausencia de diferencias en el ítem 15 (“Cuando leo una opinión que está de acuerdo con mi punto de vista, tomo partido por ella sin considerar otras posibles razones contrarias a la misma”), que es el único del cuestionario que está formulado en sentido negativo al avance del PC y que está relacionado también con la toma de decisiones (D7) (Solbes y Torres, 2012). Estos resultados sugieren que los PFIs del GEP percibieron mayores mejoras en sus habilidades de PC relativas a la lectura que los del MAES (6 ítems en total frente a 4, respectivamente).

En los ítems sin diferencias, la ausencia de cambios puede ser debida a que en la gran mayoría de ellos los PFIs partían de una percepción muy alta de dicha habilidad (medianas 4.00 o 5.00) (tabla 1). No ocurrió así en el ítem 9 donde los PFIs del GEP partían de medianas de 3.00 puntos. Se corresponde con una habilidad que los estudiantes podrían haber mejorado como valorar si una persona expone varias soluciones a un problema y las condiciones necesarias para ponerlas en práctica.

Habilidad expresar por escrito

La tabla 2 recoge los resultados de la habilidad expresar por escrito. Como se observa, en el caso del GEP no se detectó ningún ítem con diferencias significativas para esta habilidad. Resulta de interés las diferencias en análisis crítico de la información (D3) y comunicación (D8) en el ítem 22 del MAES como único ítem con diferencias en el pre-test en el que tenían que valorar su habilidad para mencionar las fuentes de información de las ideas que se exponen. Esto se puede explicar porque durante el programa solo se pidió incluir referencias bibliográficas en las fichas del juego de rol, reflejándolo los estudiantes en su percepción. Este ítem corresponde con la dimensión sustantiva, lo que indica que los PFIs deben mejorar tanto esta dimensión como la

dialógica para esta habilidad.

Tabla 2

Prueba de Wilcoxon entre pre-test y post-test para GEP y MAES para la habilidad expresar por escrito

	GEP				MAES			
	Z	p	A favor	r	Z	p	A favor	r
Dimensión sustantiva								
17. Cuando escribo las conclusiones de un trabajo, justifico claramente cada una de ellas (D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)	-0.77	0.44	--	--	-0.97	0.33	--	--
18. Cuando debo argumentar por escrito sobre un tema, expongo razones tanto a favor como en contra del mismo (D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)	-0.49	0.62	--	--	-0.19	0.85	--	--
19. Cuando escribo sobre un tema, diferencio claramente entre hechos y opiniones (D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)	-1.35	0.18	--	--	-0.25	0.83	--	--
20. Cuando busco información para redactar un trabajo, juzgo si las fuentes que manejo son fiables (D3). Medianas: GEP y MAES (e)	-1.58	0.11	--	--	-0.28	0.78	--	--
21. Cuando un problema tiene varias posibles soluciones, soy capaz de exponerlas por escrito especificando sus ventajas e inconvenientes (D4, D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)	-1.80	0.07	--	--	-1.09	0.28	--	--
22. Cuando expongo por escrito una idea que no es la mía, menciono las fuentes de la que proviene (D3, D8). Medianas: GEP y MAES (e)	0.00	1.00	--	--	-2.29	0.02	Pre	0.25
Dimensión dialógica								
23. En mis trabajos escritos, además de la tesis principal sobre el tema, expongo opiniones alternativas de otros autores y fuentes (D2, D3, D8). Medianas: GEP y MAES (c)	-1.25	0.21	--	--	-0.24	0.81	--	--
24. Cuando debo redactar un trabajo, expongo interpretaciones alternativas de un mismo hecho siempre que sea posible (D2, D3, D8). Medianas: GEP y MAES (b)	-1.44	0.15	--	--	-1.80	0.07	--	--

En los ítems sin diferencias, la ausencia de cambios puede ser explicada, al igual que para la habilidad leer, a que en la gran mayoría de ellos los PFIs partían de una percepción muy alta de dicha habilidad (medianas 4.00 o 5.00) (tabla 2). No ocurrió así en el ítem 24 donde tanto PFIs del GEP como del MAES partían de medianas de 3.00 puntos. Se corresponde con la habilidad que los estudiantes podrían haber mejorado como exponer interpretaciones alternativas de un mismo hecho al redactar un trabajo.

Habilidad escuchar y expresar oralmente

La tabla 3 muestra los resultados para la habilidad escuchar y expresar oralmente.

Tabla 3

Prueba de Wilcoxon entre pre-test y post-test para GEP y MAES para la habilidad escuchar y expresar oralmente

GEP				MAES			
Z	p	A favor	r	Z	p	A favor	r
Dimensión sustantiva							
25. En los debates sé expresar con claridad mi punto de vista (D8). Medianas: GEP (c); MAES (b)							
-1.42	0.16	--	--	-2.69	0.01	Post	0.29
26. En los debates, sé justificar adecuadamente porque considero aceptable o fundamentada una opinión (D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-2.27	0.02	Post	0.24	-2.41	0.02	Post	0.26
27. Cuando expongo oralmente una idea que no es mía, menciono la fuente de la que proviene (D3, D8). Medianas: GEP (b); MAES (c)							
-2.17	0.03	Post	0.23	-0.93	0.35	--	--
28. Cuando un problema tiene varias soluciones, soy capaz de exponerlas oralmente especificando sus ventajas e inconvenientes (D4, D5, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-1.96	0.05	Post	0.21	-0.47	0.64	--	--
Dimensión dialógica							
29. En los debates, busco ideas alternativas a las que ya han sido manifestadas (D6, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-0.27	0.78	--	--	-1.37	0.17	--	--
30. Cuando participo en un debate, me pregunto si hay interpretaciones alternativas de un mismo hecho (D6, D8). Medianas: GEP y MAES (c)							
-2.27	0.02	Post	0.24	-0.97	0.33	--	--

Para esta habilidad, en el caso del GEP se encontraron diferencias significativas a favor del post-test en cuatro de los seis ítems de este grupo (26, 27, 28 y 30) con un tamaño de efecto pequeño, lo que refuerza su percepción de mejora en las habilidades ya detectadas de análisis crítico de información (D3) (Osborne, 2014), tratamiento de problemas (D4) (Solbes y Torres, 2012), argumentación (D5) (Jiménez-Aleixandre, 2010), autonomía personal (D6) y comunicación (D8). En este caso, se corresponden con las dimensiones sustantiva y dialógica.

En el caso del MAES solo se hallaron diferencias significativas con un tamaño de efecto pequeño en dos ítems (25 y 26) en las dimensiones D5 y D8, relativos a la habilidad de expresarse en debates. Estos resultados sugieren que los PFIs del GEP perciben mayores mejoras en sus habilidades de PC que los del MAES (4 ítems en total frente a 2, respectivamente).

El único ítem sin diferencias en ambos grupos es el 29 y se corresponde con buscar ideas alternativas a las ya manifestadas en un debate. La explicación podría deberse a que tanto GEP como MAES partían de medianas muy altas de 4.00 puntos.

Finalmente, y como resumen de este apartado indicar que los avances más destacados se encontraron en las habilidades relativas a escuchar y expresarse oralmente, teniendo en cuenta la proporción de ítems de este grupo en los que aparecieron diferencias significativas (4/6 para el GEP y 2/6 para el MAES). Puede entenderse que el dilema utilizado en formato oral (juego de rol), en el que debían

desarrollar estas habilidades, ayudó a los PFIs a mejorarlas y así lo percibieron. Por el contrario, en la habilidad expresarse por escrito, a pesar de que todos los dilemas la incluían en mayor o menor grado, los avances fueron muy bajos. Solo se encontraron diferencias significativas en 1/8 ítems en el caso del MAES y ninguno en el GEP. Entre ambas habilidades se encuentra la de leer, en la que aparecieron diferencias significativas en 6/16 ítems de este grupo para el GEP y 4 en el MAES. Con respecto a las dos dimensiones contempladas en el cuestionario, los resultados muestran que las diferencias significativas se produjeron en la dimensión sustantiva en ambos grupos (8/22 y 7/22 en GEP y MAES, respectivamente). En la dimensión dialógica solo se encontraron diferencias en dos ítems en el caso del GEP.

Conclusiones

Este trabajo ha presentado un programa formativo sobre PC para PFIs centrado en el desarrollo de habilidades de PC utilizando como estrategia didáctica dilemas socio-científicos de diferentes temáticas (salud, avances tecnológicos y problemas ambientales) en diferentes formatos: escrito (titular, lectura, opiniones), audiovisual (vídeo) y oral (juego de rol). Respecto a la primera pregunta de investigación, el uso de dilemas socio-científicos en programas formativos como éste puede ayudar a desarrollar las dimensiones sustantiva y dialógica del estudiante, y los diferentes formatos enfatizan en mayor o menor grado el desarrollo de habilidades relacionadas con leer, expresar por escrito, y escuchar y expresar oralmente (Santiuste et al., 2001). Dichas habilidades están directamente relacionadas con otras dimensiones del PC como visión de la ciencia, conocimientos, análisis crítico de información, tratamiento de problemas, argumentación, autonomía personal, toma de decisiones y comunicación (Blanco et al., 2017).

Con respecto a la segunda y tercera preguntas de investigación, los resultados muestran que ambos grupos presentaban antes de la intervención una percepción similar en relación con sus habilidades de PC. Sin embargo, después del programa los PFIs del GEP parecen percibir una mejora en sus habilidades en mayor grado que los del MAES, al detectarse en ellos diferencias estadísticamente significativas en ítems de las dos dimensiones que abarca el cuestionario utilizado (sustantiva y dialógica), lo que solo ocurre para la sustantiva en el caso del MAES, y un mayor número de ítems del cuestionario con diferencias significativas (10 en el GEP frente a 7 en el MAES).

Con respecto a los tres tipos de habilidades contempladas en el cuestionario, los avances más destacados se encontraron en la relativas a escuchar y expresarse oralmente, en un lugar intermedio se sitúa leer y en las que menos avance se detectó fue expresarse por escrito. Se aprecia que el impacto del programa se produce en dimensiones del PC relacionadas con análisis crítico de la información, argumentación y comunicación, que son las que están más presentes en los ítems del cuestionario.

Los resultados obtenidos muestran la necesidad de mejorar el programa en determinados aspectos, especialmente a los relativos a las habilidades de lectura y expresión escrita y, en general a la dimensión dialógica. Se trataría de ofrecer más oportunidades para que los PFIs puedan confrontar sus puntos de vista con los de otras personas. Esto puede hacerse incluyendo tareas específicas que demanden esta

confrontación yendo más allá de la identificación de argumentos a favor y en contra en el dilema tratado.

Los autores son conscientes de las limitaciones debidas al cuestionario utilizado que valora la percepción de habilidades de PC de forma muy general. Quizás esto explique que el punto de partida de ambos grupos sea muy elevado en muchos ítems del cuestionario. Sería conveniente combinarlo con otro tipo de análisis, de otra naturaleza (más bien cualitativa), como puede ser el análisis de las tareas escritas cumplimentadas por los participantes, que permitan obtener conclusiones más precisas, que faciliten completar las implicaciones didácticas antes mencionadas para mejorar la propuesta presentada.

Finalmente, los resultados aquí mostrados deben considerarse parciales para evaluar el impacto del programa, puesto que aún queda pendiente por investigar el posible avance que se produce en el desarrollo de distintas habilidades de PC, en particular, en la argumentación y toma de decisiones a través de los dilemas planteados y el efecto que tiene cada formato. Estos estudios constituirán líneas futuras de trabajo que nos permitirán valorar con más detalle la efectividad del programa e investigar sobre el conocimiento didáctico que posibilite a los PFIs el desarrollo del PC con sus futuros estudiantes.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del Proyecto I+D+i «Ciudadanos con pensamiento crítico: Un desafío para el profesorado en la enseñanza de las ciencias» (PID2019-105765GA-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito, o en la decisión de publicar los resultados.

Contribuciones de los autores

Este artículo forma parte de una Tesis Doctoral en desarrollo realizada por el primer autor, siendo su director el segundo autor. Ambos autores han tenido el peso principal en el diseño e implementación de la propuesta formativa y en el análisis de datos. De forma conjunta los tres autores diseñaron la metodología de investigación, el seguimiento de la propuesta formativa, el enfoque del artículo y la redacción, revisión y edición del mismo, declarando que han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

Referencias

- Blanco, A., España, E., y Franco-Mariscal, A. J. (2017). Estrategias didácticas para el desarrollo del pensamiento crítico en el aula de ciencias. *Ápice, Revista de Educación Científica*, 1(1), 107-115. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2004>
- Bravo, E., Brígido, M., Hernández, M., y Mellado, V. (2022). Las emociones en ciencias en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. En prensa.

- Bravo, B., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2018). Developing an Initial Learning Progression for the Use of Evidence in Decision-Making Contexts. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 16(4), 619-638. DOI: <https://doi.org/10.1007/s10763-017-9803-9>
- Cebrián, D., Blanco, A., y Noguera, J. (2016). El uso de anotaciones sobre vídeos en abierto como herramienta para analizar las concepciones de los estudiantes de pedagogía sobre un problema ambiental. *Indagatio Didactica*, 8, 158-174. DOI: <https://doi.org/10.34624/id.v8i1.3148>
- Cebrián, D., Franco-Mariscal, A. J., y Blanco, A. (2021). Secuencia de tareas para enseñar argumentación en ciencias a profesorado en formación inicial a través de CoRubric. Ejemplificación en una actividad sobre una central salina. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 40, 149-168. DOI: <https://doi.org/10.7203/dces.40.18178>
- Cerullo, J., y Cruz, D. (2010). Clinical Reasoning and Critical Thinking. *Revista Latino-Americana Enfermagem*, 18(1), 124-129.
- Chen, H.-L., y Wu, C.-T. (2021). A digital role-playing game for learning: effects on critical thinking and motivation. *Interactive Learning Environments*. DOI: <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1916765>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. Erlbaum.
- Colmenero, M. J. (2006). Análisis de las percepciones del profesorado de Educación Secundaria sobre los procesos de atención a la diversidad: Su incidencia en la formación. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 10(2), 1-15.
- Crujeiras, B., Martín, C., Díaz, N., y Fernández, A. (2020). Trabajar la argumentación a través de un juego de rol. ¿Debemos instalar el cementerio nuclear? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(3), 125-142. DOI: <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2888>
- Dawson, V., y Carson, K. (2017). Using climate change scenarios to assess high school students' argumentation skills. *Research in Science & Technological Education*, 35(1), 1-16. DOI: <https://doi.org/10.1080/02635143.2016.1174932>
- De Vicente, P. (2004). Creencias y teorías implícitas del profesor. En F. Salvador, J.L. Rodríguez, A. Bolívar (Directs.), *Diccionario Enciclopédico de Didáctica* (Vol.II) (pp.445-447). Aljibe.
- Díaz, N., y Jiménez-Liso, M.R. (2012). Las controversias sociocientíficas: temáticas importancia para la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 54-70. DOI: <https://doi.org/10498/14624>
- Ennis, R. H. (2003). Critical thinking assessment. En D. Fasko (Ed.), *Critical thinking and reasoning. Current research, theory, and practice* (pp. 293-313). Hampton Press.
- Evagorou, M., Jiménez-Aleixandre, M. P., y Osborne, J. (2012). Should we kill the grey squirrels? A study exploring students' justifications and decision making. *International Journal of Science Education*, 34(3), 401-428. DOI: <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.619211>
- Fang, S. C., Hsu, Y. S., y Lin, S. S. (2019). Conceptualizing socioscientific decision making from a review of research in science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 17, 427-448.

- Franco-Mariscal, A. J., Hierrezuelo, J. M., Cruz, I. M., y Cebrián, D. (2021). The dilemma of replacing traditional calligraphic skills with technology in the teaching of writing. A study of the attitudes of pre-service infant and primary teachers. *International Journal for 21st Century Education*, 8(1), 18-36. DOI: <https://doi.org/10.21071/ij21ce.v8i1.13342>
- Franco-Mariscal, A. J., Linde, T., Luque, C. R., y Cebrián, M. (2018) Aprendizaje de la argumentación mediante dilemas. Experiencia interdisciplinar en un proyecto de coordinación. En P. Membiela, M.I. Cebreiros y M. Vidal (Eds.), *Panorama actual de la enseñanza de las ciencias*, (pp.539-543). Educación Editora.
- Halpern, D. (2006). *Halpern Critical thinking assessment using everyday situations: background and scoring standards (2nd report)*. [Unpublished manuscript]. Claremont McKenna College.
- Herreid, C. (1996). Case Study Teaching in Science: A Dilemma Case on "Animal Rights": Critically Examining a Volatile Scientific and Political Issue. *Journal of College Science Teaching*, 25(6), 413-418.
- Hierrezuelo, J. M., Brero V. B., y Franco-Mariscal, A. J. (2020). ¿Es saludable una dieta vegana? Un dilema para desarrollar el pensamiento crítico a través de la argumentación y la toma de decisiones en la formación inicial de maestros. *Ápice, Revista de Educación Científica*, 4(2), 73-88. DOI: <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6525>
- Hierrezuelo, J. M., Brero, V. B., y Franco-Mariscal, A. J. (2021a). Dilemas sobre energía, tecnología y salud para desarrollar el pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado. En D. Cebrián, A.J. Franco-Mariscal, T. Lupión, C. Acebal, A. Blanco (Coords.), *Enseñanza de las ciencias y problemas relevantes de la ciudadanía*, (pp. 253-272). Graó.
- Hierrezuelo, J. M., Cebrián, D., Brero, V. B., y Franco-Mariscal, A. J. (2021b). The use of plastics as a socio-scientific issue for developing critical thinking through argumentation with pre-service teachers. *ASE International Journal*, 12, 50-59.
- Instituto Andaluz de la Juventud (2018). *Plan de sensibilización código joven 2018*. Junta Andalucía.
- Jiménez-Aleixandre, M. (2010). *10 ideas clave. Competencias en argumentación y uso de pruebas*. Graó.
- Juárez, P., Hierrezuelo, J. M., Cebrián, D., y Franco-Mariscal, A. J. (2019). El juego de rol como estrategia para enseñar a argumentar en ciencias. La visión de maestros en formación inicial. *Aula*, 287, 15-20.
- Kuhn, D., Cheney, R., y Weinstock, M. (2000). The development of epistemological understanding. *Cognitive Development*, 15(3), 309-328. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0885-2014\(00\)00030-7](https://doi.org/10.1016/S0885-2014(00)00030-7)
- Lipman, M. (1997). *Pensamiento complejo y educación*. Madrid: Ediciones de la Torre.
- López, G. (2012). Pensamiento crítico en el aula. *Docencia e Investigación*, 22, 41-60.
- Loving, C. C., Lowy, S. W., y Martin, C. (2003). Recognizing and Solving Ethical Dilemmas in Diverse Science Classrooms. En D. L. Zeidler (Ed.), *The role of moral reasoning on socioscientific issues and discourse in science education* (pp. 183-194). Springer.
- Martínez, M. A., y Pascual, I. (2013). La influencia de la enseñanza virtual sobre el

- pensamiento crítico de los profesores en formación. *Revista Currículum y Formación Profesorado*, 17(3), 293-306.
- Martini, M., Widodo, W., Qosyim, A., Mahdiannur, M. A., y Jatmiko, B. (2021). Improving undergraduate science education students' argumentation skills through debates on socioscientific issues. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 10(3), 428-438.
- MECD, Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2015). Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. B.O.E. (3 de enero de 2015), núm. 3, pp.169-546.
- MEC, Ministerio de Educación (2007). Orden ECI/3858/2007, 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 las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas. B.O.E. núm. 312, pp.53751-53753.
- Morris, B. J., Croker, S., Zimmerman, C., Gill, D., y Connie, R. (2013). Gaming science: the "Gamification" of scientific thinking. *Frontiers in Psychology*, 4, 1-16. DOI: <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2013.00607>
- Mottola, C., y Murphy, P. (2001). Antidote dilemma. An activity to promote critical thinking. *The Journal of Continuing Education in Nursing*, 4, 161-164. DOI: <https://doi.org/10.3928/0022-0124-20010701-06>
- OCDE (2017) *Marco de evaluación y de análisis de PISA para el desarrollo: Lectura, matemáticas y ciencias*. París: OECD Publishing.
- Osborne, J. (2014). Teaching critical thinking. New directions in science education? *School Science Review*, 352, 53-62.
- Osborne, J., Henderson, J. B., MacPherson, A., Szu, E., Wild, A., y Yao, S. (2016). The development and validation of a learning progression for argumentation in science. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(6), 821-846. DOI: <https://doi.org/10.1002/tea.21316>
- Ossa, C., y Díaz, A. (2017). Enfoques intraindividual e interindividual en programas de pensamiento crítico. *Psicología Escolar e Educativa*, 21(3), 593-600. DOI: <https://doi.org/10.1590/2175-353920170213111121>
- Palma, M., Ossa, C., y Lagos, N. (2017). Propuesta de un programa de pensamiento crítico para estudiantes de pedagogía. *X Congreso Internacional Investigación Didáctica Ciencias, Enseñanza de las Ciencias*, extra, 2833-2837.
- Petit, M., Solbes, J., y Torres, N. (2021). El cine de ciencia-ficción para desarrollar cuestiones socio-científicas y el pensamiento crítico. *Praxis & Saber*, 12(29), e11550. DOI: <https://doi.org/10.19053/22160159.v12.n29.2021.11550>
- Pro, A., Pro, C., y Cantó, J. (2022). ¿Qué problemas tiene la formación de maestros para enseñar ciencias en educación primaria? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*. En prensa.
- Puig, B., Crujeiras, B., Mosquera, I., y Blanco, P. (2021). Integration of Critical Thinking and Scientific Practices to Design-Based Pedagogy. En I. Delen (Ed.), *Design Based Pedagogy Book: Design Based Pedagogical Content Knowledge Across European Teacher Education Programs*, (pp. 89-127). ANI Yayincilik.

- Santiuste, B. (Coord.), Ayala, C., Barriguete, C., García, E., Gonzales, J., Rossignoli, J., y Toledo, E. (2001). *El pensamiento crítico en la práctica educativa*. Fugaz.
- Solbes, J., y Torres, N. (2012). Análisis de las competencias de pensamiento crítico desde el abordaje de las cuestiones sociocientíficas: un estudio en el ámbito universitario. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 26, 247-269. DOI: <https://doi.org/10.7203/dces.26.1928>
- Stuart J. S., y Tatto, M.T. (2000). Designs for inicial teacher preparation programs: an internacional view. *Internacional Journal of Educational Research*, 33, 493-514. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0883-0355\(00\)00031-8](https://doi.org/10.1016/S0883-0355(00)00031-8)
- Torres, N. Y. (2014). *Pensamiento crítico y cuestiones socio-científicas: Un estudio en escenarios de formación docente*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat de València.
- Toulmin, S. E. (1958). *The uses of argument* (2003rd ed.). Cambridge University Press.
- Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2018). Una taxonomía de las destrezas de pensamiento: una herramienta clave para la alfabetización científica. *Revista Tecné, Episteme y Didaxis*, extra, 1-7. VIII Congreso Internacional de formación de Profesores de Ciencias para la Construcción de Sociedades Sustentables. Bogotá.
- Vázquez, A., y Manassero, M. A. (2020). Pensamiento científico y pensamiento crítico: competencias transversales para aprender. En A. Vilches (Coord.), *Veinte años de avances y nuevos desafíos en la Educación CTS para el logro de Objetivos de Desarrollo Sostenible. VII Seminario Iberoamericano CTS*, (pp. 519-522). CTS.
- Vieira, R. M., y Tenreiro, C. (2016). Fostering scientific literacy and critical thinking in elementary science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 14, 659-680.

La Naturaleza de la Ciencia como objeto de aprendizaje en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria

Juan José VICENTE
Natalia JIMÉNEZ-TENORIO
José María OLIVA

Datos de contacto:

Juan José Vicente Martorell
Universidad de Cádiz
juanjose.vicente@uca.es

Natalia Jiménez-Tenorio
Universidad de Cádiz
natalia.jimenez@uca.es

José María Oliva Martínez
Universidad de Cádiz
josemaria.oliva@uca.es

Recibido: 02/12/2021
Aceptado: 24/03/2022

RESUMEN

En este trabajo se caracteriza y evalúa una secuencia de enseñanza aprendizaje orientada al estudio de la Naturaleza de la Ciencia (NdC) en profesores de secundaria en formación, la cual se ha implementado en el Máster en Educación Secundaria de la Universidad de Cádiz en las especialidades de Física y Química y Biología y Geología. El diseño de la secuencia ha partido de la experiencia acumulada desde la implantación del MAES (2009-2010), teniendo en cuenta distintos principios de diseño entre los que se encuentra la adopción como referentes de aprendizajes de los acuerdos sobre NdC encontrados en la literatura. Un cuestionario abierto y una actividad final de reflexión metacognitiva han sido, entre otros, los instrumentos empleados para analizar la evolución en las visiones sobre la ciencia de los participantes. Un primer análisis cualitativo sugiere que la secuencia permite la progresión de las visiones de la ciencia de solo una parte de los alumnos, pero esta progresión se ve beneficiada por la actividad final reflexiva de autorregulación.

PALABRAS CLAVE: Complementos de formación; Formación inicial de profesores de Secundaria; Investigación de diseño; Máster en Profesorado de Secundaria; Naturaleza de la Ciencia.

The Nature of Science as a learning object in the initial training of secondary school science teachers

ABSTRACT

This work characterizes and evaluates a teaching-learning sequence (TLS) oriented to the study of the nature of science (NOS) in secondary school teachers in training. This has been carried out in the Master of Secondary Education at the University of Cádiz in the two specialties of Physics/Chemistry and Biology/Geology. The design of the TLS has been based on experience gained since the beginning of the MSE (2009-2010), taking into account different design principles, among which is the adoption as learning references of different consensus about NOS which it found in the literature. An open questionnaire and a final reflective metacognitive activity have been used to assess changes in participants' NOS views. A first qualitative analysis suggests that the TLS allows the improvement in the view of science by only some of the students, but this progression is improved by the final reflective activity of self-regulation.

KEYWORDS: Design based research; Master of Secondary Education; Nature of Science; Teachers in training; Training supplements

Introducción

La adaptación de las universidades españolas al Espacio Europeo de Educación Superior mediante la implantación del Máster en Educación Secundaria (en adelante MAES) en el curso 2009-2010, supuso un cambio en la formación inicial del profesorado de secundaria y un punto de inflexión en la investigación en este campo. Desde entonces, se han realizado estudios sobre las concepciones de los profesores en formación (Pontes & Poyato, 2016; Pontes et al., 2016a, b), se han ofrecido detalles sobre la implementación del título en distintas universidades (Benarroch et al., 2013; Solbes & Gavidia, 2013), y se han caracterizado actividades formativas prometedoras (Jiménez-Tenorio & Oliva, 2016a, b).

No obstante, son pocos los estudios sobre contenidos a incluir en la formación o que aporten criterios para la selección de los mismos (Carrascosa et al., 2008; Martínez-Aznar et al., 2013), a pesar de que en el marco de la reflexión teórica se han abordado aspectos como el conocimiento profesional de los profesores o el conocimiento didáctico del contenido (Acevedo, 2009a, b; Guisao et al., 2013).

En la actualidad existe consenso en considerar la Naturaleza de la Ciencia (NdC) como un componente esencial de la alfabetización científica-tecnológica (Acevedo et al., 2017), por lo que uno de los ámbitos de la formación inicial del profesorado de secundaria debería ser esta dimensión de la ciencia. Sin embargo, como han mostrado algunos estudios de revisión de la literatura, la NdC ha sido infra-atendida en la educación científica española (García-Carmona, 2021).

En el MAES de la Universidad de Cádiz, los aspectos sobre NdC se abordan en la asignatura de Complementos de formación. Ésta se imparte desglosada para las especialidades de Física y Química y de Biología y Geología, y consta, entre otros, de un módulo titulado Naturaleza de Historia de la Ciencia, que tiene una carga lectiva de 20 horas presenciales. Este módulo persigue que los alumnos comprendan tanto los procesos de construcción de la ciencia como los obstáculos de su desarrollo, que alcancen una visión formada sobre la Naturaleza de la Ciencia (NdC) y que integren aspectos epistemológicos y otros de corte sociológicos, como las interacciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) o la sociología interna y externa de la ciencia.

Dicho módulo lleva impartándose desde el curso 2009/2010 hasta hoy, habiendo sido revisado y reformulado con vistas a su implementación durante 2018/2019 y 2019/2020. Este artículo adopta como foco de atención la secuencia de enseñanza aprendizaje (SEA) diseñada para esos dos cursos, constatando el nivel de avance en los participantes tras cursar el módulo, lo que nos aporta indicadores para valorar su utilidad formativa.

Marco teórico

Asumimos que la formación inicial del profesorado se sustenta sobre dos enfoques distintos, uno es el del conocimiento didáctico del contenido y el otro el de las competencias docentes. A su vez, estos dos enfoques se inspiran en una orientación constructivista, basada en el desarrollo de estrategias formativas que propicien la participación activa del alumnado en procesos de aprendizaje significativo (Appleton & Asoko, 1996; García & Cubero, 2000), así como en la corriente reflexiva de la formación docente que concede gran importancia a las actividades fomentan la metacognición y autorregulación (Abell et al., 1998; Hewson, 1993; Negrillo & Iranzo, 2009).

En este marco, la NdC se presenta en este trabajo como objeto de aprendizaje en la formación inicial del profesorado de secundaria. De hecho, el estudio de las creencias del profesorado sobre NdC ha sido históricamente una de las líneas de investigación sobre la NdC en didáctica de las ciencias, interés que persiste hoy debido a la hipótesis de que la comprensión de los profesores sobre la NdC guarda cierta relación con la que desarrollan sus alumnos, y que sus creencias sobre la NdC influyen significativamente en su forma de enseñar ciencias y en las decisiones que éste adopta en el aula. A pesar de los numerosos intentos para contrastar, particularmente, la segunda de estas hipótesis, las investigaciones realizadas no parecen concluyentes. En este sentido, diversidad de factores podrían influir sobre las prácticas docentes, como son la inercia resistencia a la innovación (Oliva, 2011) o el propio conocimiento didáctico del contenido del profesor (Abd-El-Khalick & Lederman, 2000; Schwartz & Lederman, 2002). Además, podemos también considerar criterios alejados de la racionalidad, como factores emotivos (Mellado et al., 2014) o comportamientos imitativos que hacen que cada profesor enseñe a semejanza de cómo fue enseñado (Acevedo, 2006). Pero,

de cualquier modo, está claro que las creencias y concepciones de los docentes –en activo y en formación- condicionan la forma de actuar en el aula (Pro Bueno et al., 2022).

Aunque la NdC puede definirse como todo aquello que caracteriza a la ciencia como una forma particular de construcción de conocimiento sobre el mundo físico o natural (Acevedo & García-Carmona, 2016), existe cierta variedad de posiciones al respecto. Una corriente identifica la NdC con la epistemología de la ciencia, centrada en la naturaleza del conocimiento científico como producto final de la investigación, mientras otra considera que hay que incluir además aspectos relativos a la sociología y psicología de la ciencia (Vázquez et al., 2004). Esta discrepancia impide que exista unanimidad sobre qué aspectos de la NdC deberían enseñarse, pero no que se intenten alcanzar consensos sobre la NdC en la enseñanza de las ciencias (ver Acevedo et al., 2007; García-Carmona & Acevedo, 2018; Lederman, 2007; McComas, 2008; Vázquez et al., 2004; Vázquez & Manassero, 2012, entre otros). En estas propuestas de consensos se observa, particularmente en la primera década del siglo, una prevalencia de los aspectos epistemológicos, aunque en la actualidad la incorporación de los aspectos no epistémicos ha ganado apoyos (Acevedo et al., 2017; Aragón-Méndez et al., 2019).

La tabla 1 presenta una clasificación de los principales acuerdos sobre los aprendizajes deseables para el alumnado en torno a la NdC, según la visión de distintos autores. Estos referentes aparecen agrupados en doce dimensiones, que son las que han guiado las decisiones de diseño de nuestro trabajo. Estas dimensiones aglutinan tanto aspectos relacionados con los procesos de la ciencia, como con el papel de la observación y de los datos, la investigación y la metodología científica, así como aspectos epistemológicos del conocimiento científico, tales como los cambios y las limitaciones de las ciencias y la relación entre realidad y conocimiento científico. Asimismo, se incluyen aspectos relacionados con la sociología de la ciencia (externa e interna), como los diferentes contextos de la ciencia, es decir, el contexto histórico, el contexto social, la ciencia y los científicos, y las relaciones entre ciencia tecnología y sociedad.

Tabla 1

Dimensiones de la NdC

DIMENSIONES	Hodson (1986)	Lederman (2007)	McComas (2008)	Osborne et al. (2003)	Manassero et al. (2001)	Gil (1993); Fernández et al. (2002)
-El papel de la observación y de los datos	-Para que se acepte una teoría debe haber evidencia que la apoye.	-El conocimiento de la ciencia es empírico.	-El conocimiento científico se basa en pruebas empíricas.	-La ciencia usa un método experimental.		

DIMENSIONES	Hodson (1986)	Lederman (2007)	McComas (2008)	Osborne et al. (2003)	Manassero et al. (2001)	Gil (1993); Fernández et al. (2002)
-La investigación científica	-La ciencia utiliza frecuentemente la observación indirecta que depende de una teoría de la instrumentación. -La inducción es inadecuada como descripción del método científico.		-Existen factores comunes en la producción del conocimiento científico. -Los experimentos no son la única vía para el conocimiento científico. -La ciencia utiliza tanto el razonamiento inductivo como hipotético-deductivo.	-El trabajo científico como proceso cíclico de preguntas y respuestas en el que emergen teorías que se prueban empíricamente. -Hipótesis y predicción. -Un único resultado no es suficiente.	-Tentativo, pero fiable. -Razonamiento lógico. -Matematización, serendipia y error.	-No solo está basada en procesos de análisis, sino que es preciso tener en cuenta la necesidad de síntesis posteriores y de estudios de complejidad creciente.
-Crítica al "método científico"		-No hay un método científico único.	-No hay ningún método científico único.	-Diversidad de métodos científicos.	-Pluralismo metodológico.	-No existe secuencia de etapas que garantice la exactitud y objetividad.
-El conocimiento científico		-Las teorías científicas son sistemas explicativos. -Las leyes representan relaciones entre variables medibles.	-Las leyes y las teorías son tipos distintos de conocimientos científicos, pero están relacionados entre sí.		-Estatus de hipótesis, teorías y leyes. -Modelos científicos. -Simplicidad, elegancia y belleza.	-La significación de los conocimientos científicos va mucho más allá del aparato matemático.
-Los cambios en las ciencias	-El conocimiento científico tiene un estatus temporal.	-El conocimiento científico es provisional y holístico.	-El conocimiento científico tiene carácter provisional, duradero y auto-correctible. La ciencia ha desarrollado a través de la "ciencia normal" y "revolución".	-El conocimiento científico actual es el mejor que tenemos, pero puede estar sujeto a cambios en el futuro.		-Los cambios en las ciencias no solo suponen crecimiento acumulativo, sino además crisis y revoluciones profundas.
-El conocimiento científico: realidad vs. construcción	-La observación depende de las percepciones sensoriales que pueden ser falibles. -Los conceptos y teorías surgen de actos creativos de abstracción e invención.	-Las observaciones y las inferencias difieren. -La ciencia se basa en la imaginación y en la creatividad humana y no solo es racional.	-La ciencia tiene un componente creativo.	-El conocimiento científico no surge de los datos, sino de la interpretación y construcción de teorías. -La ciencia implica creatividad e imaginación.	-Observaciones e inferencias. -Creatividad e imaginación.	-La construcción científica parte del cuestionamiento sistemático de lo obvio.

DIMENSIONES	Hodson (1986)	Lederman (2007)	McComas (2008)	Osborne et al. (2003)	Manassero et al. (2001)	Gil (1993); Fernández et al. (2002)
-Objetividad en la ciencia	-La observación depende de la teoría que a menudo la precede. -Teorías rivales pueden dar lugar a observaciones diferentes de un mismo fenómeno.	-La ciencia está cargada de teoría, y en consecuencia, las observaciones no son objetivas.	-La ciencia tiene un elemento subjetivo ya que las ideas y observaciones de la ciencia están "cargadas de teoría".	-Es posible y legítimo que los científicos discrepen en la interpretación de los datos.	-Cargado de teoría. -Objetivo mediante la intersubjetividad dentro de la comunidad científica.	-La observación y la experimentación no son "neutras", dependen de las hipótesis y de teorías que orientan el proceso.
-Limitaciones de la ciencia			-La ciencia y sus métodos no pueden contestar todas las preguntas.			-Es necesario conocer las dificultades y limitaciones en el desarrollo de la ciencia.
-La ciencia y el contexto social (Sociología externa)		-La sociedad y la cultura influyen en el conocimiento científico.	-Las ideas científicas están influidas por su entorno histórico, cultural y social.	-Dimensiones morales y éticas del desarrollo del conocimiento científico y su aplicación.	-Influencia de la sociedad en la ciencia y tecnología. -Influencia de la tecnología en la sociedad.	
-La ciencia y su contexto histórico				-Desarrollo histórico del conocimiento científico.		-Es importante saber los problemas de partida y el hilo conductor de su evolución histórica.
-La ciencia y los científicos (Sociología interna)				-Cooperación y colaboración en el desarrollo del conocimiento científico.	-Construcción social del conocimiento científico. -Cuestiones personales.	-Es esencial el papel del trabajo colectivo, de los intercambios entre equipos, etc.
-Relación Ciencia-Tecnología			-La ciencia y la tecnología interactúan entre sí, pero no son lo mismo.		-Diferencias y relaciones entre Ciencia y Tecnología. -Investigación, Desarrollo e Innovación (I+D+I). -Ideas sobre tecnociencia.	-Necesidad de tener en cuenta las complejas relaciones CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad).

En definitiva, consideramos desde esta perspectiva amplia que la NdC debe constituir un contenido de aprendizaje en la formación del profesorado de ciencias, que las visiones iniciales de los docentes han de tenerse en cuenta como punto de partida en su formación, y que, además, los cambios detectados en torno a éstas constituyen indicadores para analizar la progresión en los aprendizajes ante propuestas formativas que aborda dichos aspectos.

Diseño de investigación

Contexto de investigación y objetivos planteados

Esta investigación forma parte de un estudio más amplio con connotaciones próximas a la investigación basada en el diseño (IBD) que, como sabemos, se caracteriza, entre otras, por la elaboración, implementación, evaluación y rediseño de secuencias de enseñanza aprendizaje (Guisasola & Oliva, 2020; Guisasola et al., 2021). Los contenidos contemplados se referían a temáticas sobre NdC y los participantes fueron alumnos de las especialidades de ciencias del MAES durante dos cursos académicos, sin que se registraran cambios sustanciales entre las respectivas implementaciones. Concretamente, el diseño formativo se insertó dentro del módulo sobre Naturaleza e Historia de la Ciencia, impartido desde noviembre a finales de enero.

En este marco, los objetivos planteados fueron:

- 1.- Identificar las ideas iniciales de los participantes al empezar el módulo.
- 2.- Caracterizar una secuencia de actividades desarrollada fruto de la experiencia docente de nueve años anteriores, del marco teórico antes contemplado y del estudio diagnóstico desarrollado a raíz del objetivo 1.
- 3.- Evaluar la propuesta formulada a partir del cambio detectado en las ideas de los participantes en sus visiones sobre la ciencia.

Metodología de investigación

La investigación consta de un estudio preliminar, que incluye un diagnóstico inicial del alumnado, otro de diseño e implementación de la secuencia, y uno último retrospectivo.

El estudio preliminar estuvo destinado a obtener información sobre los precedentes y el contexto donde insertar la secuencia formativa objeto de estudio. Los nueve años anteriores en los que se impartió el módulo sirvieron para construir y ensayar las primeras versiones de la secuencia didáctica. A lo largo de ellos no hubo una evaluación sistemática de resultados, si bien se recogió información de muy diverso tipo a través de actividades iniciales de torbellino de ideas, tareas de clase en pequeño grupo, tareas de casa individuales, foros y una síntesis final de la asignatura.

Además, para recabar información sobre las ideas iniciales de los participantes, se diseñó y validó un cuestionario, cuya información resultó muy valiosa para realizar un diagnóstico inicial sistemático del estado inicial de los estudiantes y focalizar así el sentido de los cambios que se pretendían introducir sobre diseños anteriores. Este cuestionario consta de diez preguntas abiertas y se elaboró en coherencia con la mayoría de dimensiones de la tabla 1, concretamente en las cuales suelen aparecer concepciones alternativas. En él, los estudiantes deben expresar de forma razonada cuáles son sus ideas referidas a los siguientes aspectos: P1) concepción crítica sobre la idea de “método científico”; P2) diferencias entre ley y teoría; P3) relación entre la realidad y conocimiento; P4) carácter definitivo/provisional del conocimiento; P5)

objetividad y discrepancia en la ciencia; P6) papel del trabajo colectivo en la ciencia; P7) papel de la mujer en la ciencia; P8) estatus de la tecnología respecto a la ciencia; P9) participación y control social de la ciencia.

Con la información obtenida en el estudio preliminar se modificó la secuencia didáctica empleada en cursos anteriores, implementándose de nuevo durante los cursos académicos 2018/19 y 2019/20. En el primero, participaron 18 estudiantes de la especialidad de Física y Química y 18 de la de Biología y Geología, y en el segundo intervinieron 21 y 18 estudiantes, respectivamente. Los participantes de la especialidad de Física y Química eran todos graduados en Química, mientras que los de Biología y Geología lo eran en Biología, en Ciencias Ambientales y en Ciencias del Mar.

En el estudio retrospectivo se recogió información procedente de distintas fuentes, aunque aquí nos centraremos en la comparación de resultados del cuestionario antes y tras finalizar el módulo, y en el desarrollo de un autoinforme personal de reflexión de cada participante en torno a los cambios experimentados en sus conocimientos a lo largo del módulo. Para ello, tres semanas después de finalizar el módulo, cada sujeto contó con una copia del cuestionario inicial y final que había cumplimentado, lo que le permitió analizar reincidencias y cambios en sus ideas en la comparación antes-después, como también manifestar nuevos cambios suscitados consecuencia de la reflexión que estaban realizando.

Si bien en trabajos futuros se realizarán análisis exhaustivos de las visiones desarrolladas empleando rúbricas de evaluación y analizando las posibles diferencias debidas al género o la especialidad de sus estudios, en este caso aportaremos un análisis más cualitativo, pero suficiente para los propósitos de este estudio.

Resultados y discusión

Estudio diagnóstico inicial

Los resultados del cuestionario inicial aportaron información para constatar muchos de los resultados de la literatura en torno a visiones sobre la ciencia de egresados de titulaciones de ciencias. Además, fueron claves para idear modificaciones sobre los diseños anteriores y generar una secuencia de “segunda generación”, que fue la ensayada durante los dos cursos académicos mencionados.

Aunque en el estudio preliminar, que permitió analizar las visiones previas de los estudiantes, solo contemplamos inicialmente los participantes del primer año, hemos preferido incluir aquí también los del segundo ya que los datos que proporcionaron fueron similares. De esta forma, posibilitamos que los resultados del cuestionario en los distintos momentos fueran comparables.

El análisis cualitativo inicial de resultados, revela una visión empiro-inductivista bastante generalizada entre los participantes, tanto sobre los procesos de la ciencia como sobre el conocimiento científico. Así, más del 90% se adhieren a la idea de “método científico” como un proceso rígido y lineal, en el que las teorías se sitúan siempre al final del proceso y nunca como punto de partida. Una proporción similar tiene dificultades para diferenciar entre los productos de la ciencia, otorgando un estatus superior a las leyes frente a las teorías. Más de tres cuartas partes considera al conocimiento científico como algo absoluto, a imagen de la realidad, y aunque suele

reconocer que puede resultar incompleto, concibe su evolución de manera lineal y acumulativa. Más de la mitad considera que el conocimiento científico resulta de un proceso objetivo, aunque admite cierto margen de subjetividad personal debido a la condición humana de los científicos.

La mayor variedad en las visiones de la NdC, las hemos encontrado en aspectos sobre sociología de la ciencia. Así, tres de cada cuatro participantes reconocen la importancia del trabajo colectivo en la ciencia, aunque más de la mitad lo reduce a una suma de aportaciones parciales o al apoyo sobre antecedentes. Más de dos tercios concibe una relación de subordinación de la tecnología con respecto a la ciencia, aunque se reconoce a veces que desde la tecnología también se investiga para desarrollar productos tecnológicos. Igual proporción reduce el papel de la ciudadanía ante la ciencia a la corresponsabilidad en acciones individuales, pero solo ocasionalmente se contempla como acción colectiva de toda la sociedad. En cuanto al papel de la mujer en la ciencia, es donde hemos encontrado unas posiciones más formadas. Aunque cerca de la mitad reduce la discriminación de la mujer en la ciencia al rol social atribuido, hay una proporción amplia que aporta también argumentos de invisibilización de su trabajo.

Estudio de diseño e implementación

Un primer paso fue la identificación de los principios de diseño que se estaban usando de forma explícita en secuencias anteriores, a los que se añadieron otros nuevos, priorizando aquellos que consideramos más importantes. Como resultado final concretamos los siguientes:

1. Adoptar como referentes los consensos más importantes identificados en la literatura sobre NdC.
2. De acuerdo con el modelo de enseñanza a proyectar con el alumnado de Secundaria, contemplar un modelo formativo reflexivo y participativo.
3. Empezar una trayectoria de progresión desde posiciones positivistas hacia otras que tengan en cuenta la nueva filosofía y sociología de la ciencia.
4. Contextualizar los aspectos sobre NdC a través de casos históricos concretos.
5. Secuenciar los contenidos impartidos siguiendo un cierto orden cronológico de aparición de distintas visiones sobre NdC.
6. Considerar distintos modos de trabajo e integrar en la secuencia actividades realizadas fuera de clase.

Siguiendo estos criterios, se han articulado los contenidos de la SEA alrededor de 15 referentes de aprendizaje (REF) –algunos de ellos desglosados– que consideramos necesarios para una visión formada en torno a la NdC. Estos referentes surgen de las dimensiones presentadas en la tabla 1, cuya concreción se muestra en la tabla 2. En ella, se muestra también la relación entre las dimensiones y las preguntas del cuestionario. Puede apreciarse que, salvo las dos excepciones señaladas en la tabla, todas las dimensiones fueron abordadas de una forma u otra, en el cuestionario.

Tabla 2

Referentes de aprendizaje del diseño implementado y su relación con las dimensiones NdC

DIMENSIÓN	REFERENTES DE APRENDIZAJE (REF.)	NOCIONES MANEJADAS	PREGUNTA DEL CUESTIONARIO CON QUE SE RELACIONA
-La ciencia y su contexto histórico	<ul style="list-style-type: none"> •La historia y naturaleza de la ciencia son parte de ésta y son necesarios para entender éste (R1). 	<ul style="list-style-type: none"> •Historia de la ciencia. •NdC. 	*
-El papel de la observación y de los datos	<ul style="list-style-type: none"> •El conocimiento científico tiene una base esencial en la observación y en el experimento (R2). •La cuantificación y la medida son esenciales, así como el uso de la lógica matemática (R3). 	<ul style="list-style-type: none"> •Racionalismo, empirismo, inducción, deducción, reproducibilidad, positivismo, etc. 	**
-La investigación científica	<ul style="list-style-type: none"> •La lógica científica maneja criterios de verificación (R4a) y falsación (R4b) de hipótesis. Tanto la verificación (R4c) como la falsación (R4d) son incompletas. •El trabajo científico es un ciclo de preguntas y respuestas, que parte de conocimientos teóricos y, a su vez, puede dar lugar a nuevas teorías (R5). 	<ul style="list-style-type: none"> •Verificación, falsación, metodología científica trabajo científico, métodos de la ciencia, ciclo de investigación. 	P1
- Sobre la metodología científica	<ul style="list-style-type: none"> •No hay un método científico único. Cada ciencia tiene sus peculiaridades y un mismo problema puede abordarse con metodologías diferentes. Existen otras formas de razonamiento distintas a la inducción y deducción, como el pensamiento analógico, la serendipia o la creatividad (R6). 		P1
-El conocimiento científico	<ul style="list-style-type: none"> •Las teorías científicas son sistemas explicativos. Las leyes representan relaciones descriptivas entre variables (R7a). Los modelos son contextuales y son intermediarios entre la realidad y la teoría (R7b). 	<ul style="list-style-type: none"> •Leyes, teorías, modelos. 	P2
-Los cambios en las ciencias	<ul style="list-style-type: none"> •El conocimiento científico es provisional (R8) •El conocimiento científico evoluciona de manera acumulativa en periodos de ciencias normal, o sufre grandes cambios cualitativos en periodos de revolución científica (R9). 	<ul style="list-style-type: none"> •Evolución del conocimiento. Verosimilitud de las teorías •Ciencia normal, revoluciones científicas, programas de investigación. 	P4
-El conocimiento científico: realidad vs. construcción	<ul style="list-style-type: none"> •La teoría suele preceder a las observaciones (R10a), y demás condiciona a éstas ya que la observación y la experimentación dependen de la teoría (R10b). 	<ul style="list-style-type: none"> •Paradigma, revolución científica, relativismo, objetividad, coherencia. 	P3
-Objetividad en la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> •Más que de objetividad puede hablarse de congruencia entre observadores o entre observación y teoría (R11). 		P5
-Limitaciones de la ciencia	<ul style="list-style-type: none"> •La ciencia tiene y ha tenido dificultades en su desarrollo histórico. La ciencia se ocupa solamente del estudio de la naturaleza (materia y energía). No sabemos hasta dónde puede llegar y ni siquiera si, mediante ella, es posible tener una comprensión completa del mundo (R12). 	<ul style="list-style-type: none"> •Carácter aproximativo, anomalías en el conocimiento, crisis en la ciencia, limitaciones instrumentales, límites ontológicos y epistémicos. 	P9

DIMENSIÓN	REFERENTES DE APRENDIZAJE (REF.)	NOCIONES MANEJADAS	PREGUNTA DEL CUESTIONARIO CON QUE SE RELACIONA
-La ciencia y el contexto social	<ul style="list-style-type: none"> •Las ideas científicas y el desarrollo de la ciencia están influidas por factores tanto personales, como por el entorno histórico, cultural, político y social (R13a). •La sociedad ha inhibido durante siglos el acceso de la mujer a la ciencia (R13b) 	•Sociología externa de la ciencia. Factores no epistémicos.	P7
-La ciencia y los científicos	<ul style="list-style-type: none"> •La ciencia se construye dentro de una comunidad: liderazgo, trabajo en equipo, cooperación, pugnas entre grupos, intereses y grupos de poder, etc.(R14a). •La mujer ha sido objeto de un trato desigual dentro de la ciencia, por lo que no ha tenido las mismas oportunidades: rol atribuido, invisibilización, etc. (R14b). 	•Comunidad científica, consenso, controversia. Sociología interna de la ciencia	P6 y P7
-Relaciones Ciencia-Tecnología	•Ciencia y tecnología no son la misma cosa, pero se relacionan intensamente. La ciencia no tiene por qué ser previa ni superior a la tecnología. Ambas se retroalimentan en una relación de simbiosis (R15).	•Relaciones Ciencia-Tecnología	P8

* No se trataba de una dimensión a evaluar sino un presupuesto de partida.

** No se evaluó directamente dado que partíamos de la base de que esta dimensión no era problemática, sino que, por el contrario, está profundamente arraigada en los docentes de secundaria en formación.

La SEA se ha desarrollado a lo largo de 10 sesiones con una duración de dos horas, nueve sesiones ordinarias y una final extraordinaria de reflexión sobre lo aprendido, impartida tres semanas después y que sirvió como prueba de evaluación. La tabla 3 describe la SEA empleada en la especialidad de Física y Química. Para cada sesión se indica las preguntas abordadas, las actividades e intenciones formativas y los referentes de aprendizaje correspondientes (REF). Puede verse que se combinan actividades a realizar por los alumnos, con debates y presentaciones del profesor. Entre los recursos empleados destacan los vídeos de divulgación, el cine, lecturas (artículos de prensa, historietas y otros documentos) o foros de discusión. Casi todas actividades que utilizaban esos recursos contaron con un guion de reflexión y discusión. Algunas actividades se desarrollaron de forma individual, aunque la mayoría implicaron el trabajo en pequeño y/o en gran grupo. La secuencia completa comentada se encuentra disponible en acceso abierto (Oliva et al., 2021) y puede considerarse como uno de los resultados del estudio realizado. En el caso de la especialidad de Biología y Geología, la secuencia elaborada fue muy parecida, con las adaptaciones necesarias en los hitos históricos y en las ejemplificaciones. Conviene aclarar que las actividades y contenidos mostrados, a pesar de organizarse por sesiones, se desarrollaron tanto en clase como fuera de ella.

En la última sesión, desarrollada tres semanas después de finalizar el módulo, los participantes completaron el autoinforme sobre las ideas desarrolladas. Se trató de una actividad muy rica e interesante de metacognición y autorregulación que sirvió para tomar conciencia sobre lo aprendido, también sobre lo que no, e incluso ofreció ocasión para manifestar las dudas persistentes y nuevos interrogantes suscitados.

Tabla 3

Secuencia didáctica y su relación con los referentes de aprendizaje (REF.)

SESIÓN	PREGUNTAS ABORDADAS	ACTIVIDADES PLANTEADAS	INTENCIONES FORMATIVAS	REF.
S1	¿De dónde partimos?	A1. Cuestionario inicial sobre NdC.	-Explorar las ideas iniciales sobre distintos aspectos de la NdC.	Todos
	¿Por qué el alumnado y los docentes deben conocer la historia y la naturaleza de la ciencia?	A2. Presentación del docente de los propósitos de la asignatura.	-Justificar la importancia de este módulo y presentar cómo se estructura.	R1
S2	¿Qué es la ciencia y cómo se elabora?	A3. Visionado de fragmentos de video extraídos de los capítulos “En la Orilla del Océano Cósmico” y “La Armonía de los Mundos de la serie Cosmos” (Carl Sagan). Cuestionario de reflexión y debate.	-Caracterizar distintas maneras de concebir el mundo en la antigua Grecia.	R2 R3
	¿Dónde surgió la ciencia y cómo se entendía en la antigüedad?		-Valorar la aparición de la Ciencia Moderna gracias a la unificación de la lógica y el experimento (aportaciones de Galileo y Kepler).	R4a
S3	¿Cómo funciona la ciencia? ¿Cómo es su metodología?	A4. Reflexión y debate en torno a la naturaleza de la metodología científica.	-Explicitar la visión que se tiene sobre el trabajo científico desde posiciones empiristas y positivistas.	R2 R3 R4a
	¿Cómo se organiza el conocimiento científico? ¿Cuáles son los productos de la ciencia?	A5. Lectura de artículo “Sobre leyes y teorías científicas” (Acevedo-Díaz et al., 2017). Cuestionario de reflexión y debate.	-Identificar los distintos productos de la ciencia (leyes, teorías, modelos) y reconocer las ideas inadecuadas comúnmente extendidas sobre ellos.	R7a
S4	¿Cuántas observaciones serían precisas para verificar algo?	A6. Lectura del cuento “Dani y el mago”. Cuestionario de reflexión y debate.	-Revisar y cuestionar aspectos sobre la visión positivista de la ciencia y cuestionar algunas de sus bases fundamentales:	R4c R8
	¿De verdad la inducción puede conducir a verificar las ideas científicas?	A7. Lectura de un fragmento del artículo de prensa: “Un eclipse para confirmar la Teoría de la Relatividad General” (de Augusto Beléndez). Cuestionario de reflexión y debate.	inducción, verificación, certeza, el lugar de la teoría en la investigación.	
	¿Siempre va primero la observación y luego la teoría?			
S5	¿Las teorías se verifican o se refutan?	A8. Presentación por parte del docente de la idea de falsación en contraposición a la de verificación.	-Introducir la idea de falsación, en oposición a la de verificación, como criterio de validez del conocimiento científico.	R4b R4c R8 R10a
	¿El conocimiento científico es provisional o definitivo?	A9. Lectura “La idea de elemento químico de Robert Boyle” (síntesis realizada a partir de fragmentos del libro “Breve historia de la Química (Isaac Asimov)) y cuestionario de reflexión.	-Aplicar las ideas manejadas en la A7 para la interpretación de un caso histórico.	
	¿Qué ocurre si una teoría es refutada por un experimento? ¿Se rechaza de inmediato?	A10. Lectura y discusión en torno a un texto de Lakatos sobre un caso imaginario de conducta anómala de un planeta.	-Asumir la resistencia de las teorías científicas para ser desplazadas, cuestionando así la idea de falsación e iniciando el camino hacia una visión más compleja.	R4d
S6	¿El conocimiento científico es cierto y	A11. Formulación de preguntas y presentación por parte del profesor de	-Aportar una primera aproximación a las bases	R10b

SESIÓN	PREGUNTAS ABORDADAS	ACTIVIDADES PLANTEADAS	INTENCIONES FORMATIVAS	REF.
	absoluto o es relativo?	las bases relativistas.	relativistas.	R11 R12
		A12. Estudios de casos: a) Ptolomeo vs. Copérnico; b) la teoría del flogisto de la oxidación vs. la de Lavoisier; c) la teoría de la Relatividad general vs. la teoría de Newton de la gravitación.	-Ejemplificar mediante casos históricos las ideas manejadas en la actividad anterior.	R13a
S7	¿Qué significa que la observación está cargada de teoría? ¿Cómo influyen aspectos sociales, religiosos, culturales y políticos? ¿Qué son los paradigmas? ¿Y los programas de investigación? ¿La ciencia avanza de manera cualitativa o a saltos? ¿Por qué se habla de revoluciones científicas? ¿Influye la sociedad en la ciencia?	A13. Síntesis, puesta en común y discusión en torno a las ideas manejadas en los estudios de caso históricos (A12). A14. Presentación por parte del profesor de las posiciones de Kuhn, Lakatos y Feyerabend.	-Debatar y formular conclusiones a partir de los ejemplos estudiados. -Formalización de las ideas relativistas a través de las ideas de algunos autores relevantes: paradigmas, revoluciones científicas, programas de investigación, ausencia de un método único, etc.	R8 R12 R13a R6 R9 R12 R13a
S8	¿Trabajan los científicos en solitario? ¿Si la observación depende de la teoría y ésta última se resiste a cambiar, qué es lo que mueve la ciencia? Más allá de sus errores, ¿resulta útil la ciencia? ¿Para ello, cómo han de trabajar los científicos?	A15. Lectura de extracto de la “Carta de Mendeleev” a su maestro (extraído de Cid-Manzano, 2009). Cuestionario de reflexión. A16. Análisis de la metáfora del huevo y la gallina y su traslación al ámbito epistemológico. A17. Presentación por el docente de una visión pragmática o instrumentalista de la ciencia: los problemas que se investigan, prioridades de investigación, Big Science (Toulmin). A18. Visionado de la película “Creadores de Sombra” (Roland Joffé, 1989) y cuestionario de reflexión.	-Analizar el comienzo de los congresos y sociedades científicas y situar el papel de los debates, los convenios y controversias en la ciencia. -Avanzar hacia una visión cíclica del trabajo científico. -Aportar una visión pragmática o instrumentalista de la ciencia, en la que son los problemas los motores de la ciencia y en la que el saber se construye en una comunidad. -Analizar un estudio de caso: el proyecto Manhattan.	R14a R5 R14a R14b R15
	¿El trabajo científico es enteramente racional?	A19. Reflexiones y debate en torno a algunas implicaciones de las actividades desde A12 hasta A18.	-Diferenciar entre factores epistémicos y no epistémicos.	R12 R13a R14a
	¿Qué oportunidades ha tenido la mujer para acceder a la ciencia y trabajar como científica?	A20. Reflexión a partir de actividades anteriores sobre el papel de la mujer en las ciencias.	-Analizar la presencia de la mujer en la ciencia.	R13b R14b
S9	¿Cómo interpretar la metodología científica desde una visión compleja que tenga en cuenta todas las ideas manejadas?	A21. Presentación por parte del profesor del ciclo de investigación. Discusión y debate.	-Representar el trabajo científico mediante un ciclo de investigación. -Aportar una visión compleja e integradora de la ciencia.	Todos

SESIÓN	PREGUNTAS ABORDADAS	ACTIVIDADES PLANTEADAS	INTENCIONES FORMATIVAS	REF.
	¿Con qué visión acerca de la ciencia quedarnos?	A.22 Visiones actuales. El papel de los modelos en la ciencia A23. Recapitulación, reflexión final. Debate.	Situar el papel de los modelos en la ciencia	
	¿Qué ideas tenemos al finalizar tras haber cursado este módulo?	A24. Tarea final: contestar de nuevo el cuestionario de NdC.	-Explorar las ideas finales.	
S10	¿Qué hemos aprendido y qué nos queda por aprender?	A25. Comparar las respuestas del cuestionario inicial y final.	-Análisis metacognitivo sobre lo aprendido.	Todos

Estudio retrospectivo

La comparación de resultados del cuestionario antes y tras finalizar la intervención, así como el autoinforme, aportaron información valiosa para hacer un balance de los logros alcanzados con el diseño descrito.

Los resultados sugieren que, tras el módulo impartido, los avances conseguidos fueron solo parciales, afectando a unos aspectos más que a otros e impactando con distinto alcance en función de los participantes. Así, más de la mitad del alumnado sigue considerando que, aunque incompleto, el conocimiento de la ciencia se corresponde con la realidad, contemplan el avance en el conocimiento como un proceso lineal y acumulativo, y siguen viendo la ciencia como una actividad objetiva. Así mismo, no hay cambios sustanciales en su visión del trabajo colectivo de los científicos. Sí se observan avances, en cambio, en la visión que mantienen de la metodología científica, de manera que solo uno de cada cuatro la sigue considerando como un proceso rígido en el marco positivista. También se apreciaron cambios notables en su visión sobre los productos de la ciencia, ya que solo uno de cada tres sigue teniendo dificultades para distinguir entre ley y teoría. Los aspectos para los que se observa una mayor evolución se refieren al papel de la mujer en la ciencia y a la relación ciencia y tecnología, ya que ahora más de dos tercios aluden a los problemas de invisibilización de las contribuciones de las mujeres o a factores discriminatorios dentro de la propia comunidad científica. En la misma línea de avance, más de la mitad del alumnado va mucho más allá de considerar a la tecnología como una mera aplicación de la ciencia.

La actividad final de autoinforme ofreció una nueva oportunidad de cambio, más afectiva aún que el resto del módulo. En unos casos los estudiantes se reiteraron en las respuestas ingenuas aportadas en el postest. No obstante, en una parte importante de ocasiones los participantes consiguieron nuevos avances, e incluso a veces reestructuraron sus puntos de vista, favorecidos por la nueva ocasión de reflexión metacognitiva y autorregulación brindada. Así, las concepciones ingenuas respecto la metodología científica y los productos de la ciencia cayeron a solo uno de cada cinco, y uno de cada ocho alumnos, respectivamente. Además, cuatro de cada diez empiezan a dudar de que el conocimiento científico se corresponda con la realidad y cerca de una cuarta parte estiman la posibilidad de que este conocimiento sea resultado de un proceso personal y socialmente subjetivo. Se producen cambios importantes también

en relación a la forma de trabajo de los científicos, ya que solo uno de cada diez reduce el trabajo colectivo al mero apoyo sobre las contribuciones anteriores, mientras que más de la mitad parece asumir ya que el trabajo colectivo implica reparto y complementariedad de esfuerzos, e incluso algunos hablan del papel de los congresos, publicaciones científicas, reuniones y debates.

En aquellos aspectos con mayor evolución en los alumnos tras la SEA, que son sobre el papel de la mujer en la ciencia y la relación ciencia tecnología, se observa cómo la actividad de reflexión favorece una evolución más generalizada hacia visiones más formadas. Con respecto a la participación y control social de la ciencia, en la reflexión final se afianza la evolución iniciada por los alumnos, de modo que solo algo más de un tercio del alumnado reduce el papel de la ciudadanía ante la ciencia al ejercicio en acciones individuales, mientras que una proporción similar contempla ya una participación social a nivel colectivo.

Conclusiones

Dando respuesta al primer objetivo de la investigación, los resultados obtenidos en el estudio preliminar de las creencias de los futuros profesores sobre las visiones de la ciencia concuerdan con las mostradas en otros trabajos (Acevedo-Díaz & Acevedo-Romero, 2002). De este modo se ha observado que entre los egresados predominan algunas creencias empiristas ingenuas, tales como el carácter lineal y centrado en la observación del proceso científico, o la consideración del conocimiento científico como algo real, absoluto, acumulativo y objetivo. Sin embargo, también se observan, aunque sea de manera minoritaria, otras visiones diferentes de la NdC más complejas.

En parte, estos resultados se justifican por el hecho de que los futuros profesores, por lo general, han tenido pocas oportunidades durante su formación académica para reflexionar sobre la propia NdC y su importancia. En este sentido, consideramos que el estudio de la historia y NdC se manifiesta como un elemento fundamental y de transición entre la formación científica y la formación didáctica que se imparte en el MAES, proporcionando la oportunidad de realizar esta necesaria reflexión epistemológica, que no han hecho anteriormente, y que podría contribuir a mejorar la propia fundamentación didáctica de sus áreas de conocimiento (Vázquez et al., 2004), además, de mostrarles otra visión diferente tanto de la ciencia como la formación científica con la que están familiarizados.

Por último, los resultados hallados en el estudio retrospectivo parecen refrendar los principios seguidos en el diseño de la SEA que se presenta en este trabajo (2º objetivo), la cual ha favorecido la evolución de los estudiantes en sus concepciones sobre NdC, aunque no en todos, hasta posiciones tanto intermedias como formadas (3º objetivo). De este modo, se observa cómo el aprendizaje activo, el protagonismo dado a los referentes de aprendizaje, la ejemplificación y análisis a partir de los casos históricos, han permitido una evolución en las concepciones de la NdC en aspectos como la comprensión de los productos de la ciencia o la concepción del conocimiento científico. Así mismo, la reflexión y la metacognición ha ayudado en esta evolución como así muestran el análisis de la actividad final que consistió en un informe reflexivo. Por otro lado, la secuenciación de los contenidos siguiendo un cierto orden cronológico

y diferenciado de las distintas visiones de sobre NdC ha permitido ilustrar diversos puntos de vista sobre la misma, sin imponer ninguna de ellas como la perspectiva aceptable, sino más bien aportando una visión integradora de todas ellas, valorando tanto sus aportaciones como sus limitaciones.

Agradecimientos

Financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades–Agencia Estatal de Investigación/_Proyecto EDU2017-82518-P.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito, o en la decisión de publicar los resultados.

Contribuciones de los autores

Los autores declaran que el artículo ha sido planificado, realizado y escrito conjuntamente y de forma colegiada por los tres autores, y que su contenido formará parte de la tesis doctoral del primer autor, siendo los coautores sus directores de tesis.

Referencias

- Abd-El-Khalick, F., y Lederman, N. G. (2000). Improving science teachers' conceptions of nature of science: a critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 22(7), 665-701.
<https://doi.org/10.1080/09500690050044044>
- Abell, S. K., Bryan, L. A., y Anderson, M. A. (1998). Investigating preservice elementary science teacher reflective thinking using integrated media case-based instruction in elementary science teacher preparation. *Science Education*, 82(4), 491-509.
[https://doi-org.bibezproxy.uca.es/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199807\)82:4<491::AID-SCE5>3.0.CO;2-6](https://doi-org.bibezproxy.uca.es/10.1002/(SICI)1098-237X(199807)82:4<491::AID-SCE5>3.0.CO;2-6)
- Acevedo, J. A. (2006). Relevancia de los factores no-epistémicos en la percepción pública de los asuntos tecnocientíficos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 3(3), 370-391.
<http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensin divulg cienc.2006.v3.i3.03>
- Acevedo, J. A. (2009a). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (I): el marco teórico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(1), 21-46.
<http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensin divulg cienc.2009.v6.i1.02>
- Acevedo, J. A. (2009b). Conocimiento didáctico del contenido para la enseñanza de la naturaleza de la ciencia (II): una perspectiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 6(2), 164-189.
<http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensin divulg cienc.2009.v6.i2.01>
- Acevedo-Díaz, J. A., y Acevedo-Romero, P. (2002). Creencias sobre la naturaleza de la ciencia. Un estudio con titulados universitarios en formación inicial para ser

- profesores en Educación Secundaria. *Revista Iberoamericana de Educación*, 29(1), número especial. <https://doi.org/10.35362/rie2912936>
- Acevedo, J. A., y García-Carmona, A. (2016). Algo antiguo, algo nuevo, algo prestado. Tendencias sobre la naturaleza de la ciencia en la educación científica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 3-19. <http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2016.v3.i3.02>
- Acevedo, J. A., García-Carmona, A., y Aragón, M. (2017). *Enseñar y aprender sobre naturaleza de la ciencia mediante el análisis de controversias de historia de la ciencia: Resultados y conclusiones de un proyecto de investigación didáctica*. Organización de Estados Iberoamericanos (OEI).
- Acevedo, J. A., Vázquez-Alonso, A., Masassero-Mas, M. A., y Acevedo-Romero, P (2007). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: Fundamentos de una investigación empírica: Fundamentos de una investigación empírica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(1), 42-66. <http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2007.v4.i1.04>
- Appleton, K., y Asoko, H. (1996). A case study of a teacher's progress toward using a constructivist view of learning to inform teaching in elementary science. *Science Education*, 80 (2), 165-180. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1098-237X\(199604\)80:2<165::AID-SCE3>3.0.CO;2-E](https://doi.org/10.1002/(SICI)1098-237X(199604)80:2<165::AID-SCE3>3.0.CO;2-E)
- Aragón-Méndez, M. M., Acevedo-Díaz, J. A., y García-Carmona, A. (2019). Prospective biology teachers' understanding of the nature of science through an analysis of the historical case of Semmelweis and childbed fever. *Cultural Studies of Science Education*, 14, 525-555. <https://doi.org/10.1007/s11422-018-9868-y>
- Benarroch, A., Cepero, S., y Perales, J. (2013). Implementación del Máster de Profesorado de Secundaria: aspectos metodológicos y resultados de su evaluación. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10 (Núm. Extraordinario), 584-593. <http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2013.v10.iextra.08>
- Carrascosa, J., Martínez-Torregrosa, J., Furió, C., y Guisasola, J. (2008). ¿Qué hacer en la formación inicial del profesorado de ciencias de secundaria? *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 5(2), 118-133. <http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2008.v5.i2.01>
- Fernández, I., Gil, D., Carrascosa, J., Cachapuz, A., y Praia, J. F. (2002). Visiones deformadas de la ciencia transmitidas por la enseñanza. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(3), 477-488.
- García, J. E., y Cubero, R. (2000). Constructivismo y formación inicial del profesorado. *Investigación en la Escuela*, 42, 55-66.
- García-Carmona, A. (2021). La naturaleza de la ciencia en la bibliografía española sobre educación científica: una revisión sistemática de la última década. *Revista de Educación*, (394), 241-270. <http://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-394-507>
- García-Carmona, A., y Acevedo Díaz, J. A. (2018). The nature of scientific practice and science education rationale of a set of essential pedagogical principles. *Science & Education*, 27, 435-455. <https://doi.org/10.1007/s11191-018-9984-9>

- Guisasola, J., Ametller, J., y Zuza, K. (2021). Investigación basada en el Diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801-1818.
<http://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2021.v18.i1.1801>
- Guisasola, J., y Oliva, J. M. (2020). Nueva sesión especial de REurEDC sobre investigación basada en el diseño de secuencias de enseñanza aprendizaje. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 17(3), 3001.
<https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2020.v17.i3.3001>
- Gil, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación. *Enseñanza de las Ciencias*, 11(2), 197-212.
- Hewson, P. W. (1993). Constructivism and reflective practice in science teacher education. En M. L. Montero y J. M. Vez (Eds.): *Las didácticas específicas en la formación del profesorado* (pp. 259-275). Tórculo.
- Hodson, D. (1986). Philosophy of Science and Science Education. *Journal of Philosophy Education*, 20(2), 215-225.
- Jiménez-Tenorio, N., y Oliva, J. M. (2016a). Aproximación al estudio de las estrategias didácticas en ciencias experimentales en formación inicial del profesorado: descripción de una experiencia. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(1), 121-136.
<http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2016.v13.i1.09>
- Jiménez-Tenorio, N., y Oliva, J. M. (2016b). Análisis reflexivo de profesores de ciencias de secundaria en formación inicial en torno a diferentes secuencias didácticas. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 13(2), 423-439.
<http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2016.v13.i2.14>
- Lederman, N. G. (2007). Nature of science: past, presente and future. En S. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 831-880). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Manassero, M. A., Vázquez, A., y Acevedo, J. A. (2001). *Avaluació del temes de ciència, tecnologia i societat*. Conselleria d'Educació i Cultura del Govern de les Illes Balears. <http://dx.doi.org/10.13140/2.1.5072.9923>
- Martínez-Aznar, M^a.M.; Varela Nieto, P.; Ezquerro Martínez, A., y Sotres Díaz, F. (2013). Las Unidades Didácticas escolares, basadas en competencias, como eje estructurante de la Didáctica de la Física y Didáctica de la Química para la formación inicial de profesores de secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9, 616-629.
<http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2013.v10.iextra.09>
- McComas, W.F. (2008). Seeking historical examples to illustrate key aspects of the nature of science. *Science & Education*, 17, 249-263.
<http://dx.doi.org/10.1007/s11191-007-9081-y>
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., Conde, M. C., Costillo, E., Cubero, J., Esteban, R., Martínez, G., Ruiz, C., Sánchez, J., Garritz, A.,

- Mellado, L., Vázquez, B., Jiménez, R., y Bermejo, M. L. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32.3, 11-36.
- Negrillo, C., y Iranzo, P. (2009). Formación para la inserción profesional del profesorado novel de educación infantil, educación primaria y educación secundaria: hacia la reflexión desde la inducción y el soporte emocional. *Profesorado. Revista de Currículum y Formación de profesorado*, 13(1), 157-181.
- Oliva, J. M. (2011). 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.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.i1.04
- Oliva, J. M., Vicente Martorell, J., y Jiménez-Tenorio, N. (2021). *Materiales docentes para el módulo de Naturaleza e historia de la Ciencia. Complementos de Formación Disciplinar. Especialidad de Física y Química*. Rodin: Repositorio institucional de la Universidad de Cádiz. <https://rodin.uca.es/handle/10498/25798?locale-attribute=es>
- Osborne, J., Collins, S., Ratcliffe, M., Millar, R., y Duschl, R. (2003). What "Ideas-about-Science" Should Be Taught in School Science? A Delphi Study of the Expert Community. *Journal of Research in Science Teaching*, 40(7), 692-720.
<https://doi.org/10.1002/tea.10105>
- Pontes, A., y Poyato, F. J. (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. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.14
- Pontes, A., Poyato, F. J., y Oliva, J. M. (2016a). Creencias sobre el aprendizaje de las ciencias de los estudiantes del máster de profesorado de enseñanza secundaria. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 30, 137-163.
<https://doi.org/10.7203/DCES.31.7881>
- Pontes, A., Poyato, F. J., y Oliva, J. M. (2016b). Concepciones sobre evaluación en la formación inicial del profesorado de ciencias, tecnología y matemáticas. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 9(1), 91-107.
- Pro Bueno, A., Pro Chereguini, C., y Cantó Domenech, J. (2022). ¿Qué problemas tiene la formación de maestros para enseñar ciencias en educación primaria? *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, en prensa.
- Schwartz, R. S., y Lederman, N.G. (2002). "It's the nature of the beast": The influence of knowledge and intentions on learning and teaching nature of science. *Journal of Research in Science Teaching*, 39(3), 205-236.
<https://doi.org/10.1002/tea.10021>
- Solbes, J., y Gavidia, V. (2013). Análisis de las Especialidades de Física y Química y de Biología y Geología del máster de profesorado de educación secundaria de la Universidad de Valencia. *Revista Eureka sobre enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, número extraordinario, 594-615.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2013.v10.iextra.07

- Vázquez, A., Acevedo, J. A., Manassero Mas, M. A., y Acevedo, P. (2004). Consensos sobre la naturaleza de la ciencia: evidencias e implicaciones para su enseñanza. *Revista Iberoamericana de Educación*, 34 (1), número especial. <https://doi.org/10.35362/rie3412895>
- Vázquez, A., y Manassero, M. (2012). La selección de contenidos para enseñar naturaleza de la ciencia y tecnología (parte 1): Una revisión de las aportaciones de la investigación didáctica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(1), 2-31. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensin divulg cienc.2012.v9.i1.02>

La formación científica y didáctica en el grado de Maestro en Educación Primaria y la presencia de la indagación según el profesorado

Sandra Pilar TIERNO
Jordi SOLBES
Valentín GAVIDIA
Paula TUZÓN

Datos de contacto:

Sandra Pilar Tierno
Universidad Católica de
Valencia San Vicente Mártir
sp.tierno@ucv.es

Jordi Solbes
Universitat de València
jordi.solbes@uv.es

Valentín Gavidia
Universitat de València
valentin.gavidia@uv.es

Paula Tuzón
Universitat de València
paula.tuzon@uv.es

Recibido: 06/12/2021
Aceptado: 16/03/2022

RESUMEN

En este trabajo se analiza la formación científica y de didáctica de las ciencias experimentales que proponen los formadores de maestros y maestras de educación primaria, y si la metodología indagatoria está presente en dichas propuestas. Las respuestas de este profesorado en activo (n=77) del grado en Educación Primaria de veinte universidades españolas, recogidas mediante un cuestionario con cuatro preguntas abiertas, muestran, por un lado, que los contenidos científicos propuestos más frecuentes son los relacionados con los grandes bloques de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza de Educación Primaria (Materia y Energía, Ser Humano y Salud y Seres Vivos). Por otro lado, entre los contenidos didácticos con más presencia se encuentran los referidos a las metodologías y a los aspectos relacionados con los estudiantes, como ideas previas y dificultades de aprendizaje de la ciencia. Las relaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad y la Naturaleza de la Ciencia también están presentes en las respuestas de los formadores, para ambos tipos de asignaturas. Por último, se encuentra una clara preferencia por la metodología indagatoria para la formación científica inicial del maestro/a frente a otras metodologías, tanto para la formación disciplinar como para la formación didáctica. Variables como la experiencia docente y la docencia impartida se analizan como factores relacionados con la elección de la indagación.

PALABRAS CLAVE: formación del profesorado; indagación; formación inicial; formadores de maestros.

Scientific and didactic training for the Degree in Primary Education and the presence of inquiry according to teacher educators

ABSTRACT

This paper analyses the proposals of scientific and didactic education in experimental sciences by Science Teacher Educators, and the presence of inquiry-based science education in their proposals. The answers are from teachers (n=77) of the Degree in Primary School Education from twenty Spanish universities, collected through a questionnaire with four open questions. The proposals show that the scientific contents most frequently presented are those related to the parts of the Science of Nature subject in Primary Education (Matter and Energy, Human Being and Health, Living Beings). The didactics contents most proposed are those referred to methodologies and students, such as previous ideas and difficulties in science learning. Science-Technology-Society questions and Nature of Science are also present in the Educators' answers, for both subjects. Finally, the preference for inquiry as a methodology of science education for pre-service teachers stands out, both for science or didactic training. Several variables, such as teaching experience or type of teaching are analysed as factors related to the choice of inquiry.

KEYWORDS: teacher education; inquiry; pre-service teachers training; educators trainers.

Introducción

La situación en la que llega el alumnado al grado de Maestro en Educación Primaria determina en gran parte la formación científica que se les ofrece. Muchos de ellos acceden con un nivel científico de tercero de ESO, así como una actitud negativa hacia las ciencias (Cañal, 2000; Gavidia, 2008; Verdugo-Perona et al., 2019). A título de ejemplo, en la Universidad de Valencia sólo un 12,7% del alumnado en el curso académico 2019-2020 proviene del bachillerato científico (Universitat de València, 2021). Esto puede justificar la decisión de algunas universidades de separar la ciencia de su didáctica en los planes de formación inicial de los maestros, ofreciendo al alumnado una asignatura de contenidos disciplinares que facilite una visión general de las ciencias experimentales, a un nivel más avanzado que el que se ofrece en educación primaria y secundaria, pero no tan especializado como el que se procura en los grados científicos. Con esta formación generalista se persigue una alfabetización científica del futuro maestro, que le capacite para abordar con éxito y aprovechamiento las futuras asignaturas de didáctica de las ciencias experimentales. Esta filosofía parece estar presente también en el Libro Blanco de la ANECA, en el que ya se mencionaba la "imprescindible formación y conocimiento de los contenidos del propio currículo de ciencias de la Ed. Primaria" de los maestros (ANECA, 2005, p. 103).

Ahora bien, es crucial saber cómo relacionar esta formación disciplinar con su parte didáctica, debido al bajo porcentaje de formación total científica que reciben los futuros maestros, cercano al 6-7% de los créditos del grado (García-Barros, 2016; Tierno et al., 2020). Teniendo en cuenta que esta formación científica abarca contenidos disciplinares y aspectos específicos de la didáctica de las ciencias experimentales, surgen algunas preguntas: ¿Qué contenidos científicos y de didáctica de las ciencias experimentales se deberían incluir en esta formación? ¿Cómo se organizarían? ¿Con qué metodologías sería más conveniente impartir estos contenidos al alumnado de magisterio?

Es conocido que la Enseñanza de las Ciencias basadas en la Indagación es una metodología muy efectiva en las etapas de primaria. Así, ya se han llevado a cabo algunas propuestas (Garrido-Espeja & Couso, 2017; Martínez-Chico et al., 2014; Vílchez & Bravo, 2015) con el objetivo de ayudar a que los futuros maestros la conozcan a la vez que aprenden los conceptos disciplinares. Esto ayudaría a paliar las dudas y la falta de formación de los maestros en activo y en formación acerca del uso de la indagación en sus aulas (Martínez-Chico et al., 2013; Montero-Pau & Tuzon, 2017; Toma et al., 2017). Todo ello nos plantea nuevas preguntas: ¿las metodologías indagatorias están presentes en la formación inicial de los maestros y maestras de Educación Primaria? ¿Qué tipo de formadores las proponen?

En consecuencia, los tres objetivos que pretendemos conseguir en este trabajo son los siguientes: a) Analizar qué contenidos de ciencias experimentales y su didáctica proponen los formadores de maestros en el grado en Educación Primaria, b) Investigar qué metodologías presentan para desarrollar estos contenidos científicos y didácticos y c) Averiguar si proponen la indagación como metodología docente y cuál es el perfil de los formadores de maestros que lo hacen.

La formación del futuro maestro de ciencias

A lo largo de las últimas décadas, mucho se ha reflexionado sobre la pregunta de cómo formar al maestro de ciencias (Furió & Carnicer, 2002; Gil, 1991; Mellado, 2003; Porlán & Rivero, 1998; Shulman, 1986; 1987). Para acercarnos a la respuesta a esta cuestión podemos partir del constructo de Conocimiento didáctico del Contenido (CDC) introducido por Shulman (1986), y cuyo modelo se ha ampliado gracias a contribuciones posteriores (Magnusson et al., 1999; Abell, 2007; Solbes et al., 2013; Solbes et al., 2018), llegando al conocimiento profesional del profesorado, concepto que no aumenta la complejidad del CDC en el aula, sino que atiende también a su vertiente profesional. Este concepto podría resumirse como aquello que un profesor de ciencias debe conocer y que puede verse como la intersección de tres aspectos:

- a. El Conocimiento disciplinar que contempla también las relaciones ciencia-tecnología-sociedad, la historia de la ciencia, la naturaleza de la ciencia, sus teorías, planteamientos y metodología, etc.
- b. El Conocimiento pedagógico, que aborda los aspectos de gestión de aula, el conocimiento del contexto y del centro educativo con sus recursos, proyectos, etc., y

c. El Conocimiento Didáctico del Contenido, que abarca, a su vez, cinco dimensiones: las orientaciones hacia la enseñanza de las ciencias, el currículum, las estrategias instruccionales, el alumnado con sus ideas previas, motivaciones, niveles de pensamiento... y la evaluación (Magnusson et al., 1999).

Esto nos permite ver que la formación del profesor de ciencias no se compone sólo de una suma de contenidos disciplinares y su didáctica, sino que necesita una serie de competencias transversales relacionadas con su labor docente profesional, así como una reflexión sobre las concepciones personales.

La enseñanza de las ciencias basada en la indagación

Diferentes informes internacionales (NRC, 2000; Rocard et al., 2007) presentan la Enseñanza de las Ciencias por Indagación (IBSE por sus siglas en inglés) como una metodología útil para el fomento del interés de los jóvenes hacia las ciencias, un progreso de sus ideas científicas y en una mejor imagen de la ciencia (Romero-Ariza, 2017; Aguilera Morales et al., 2018). Sin embargo, su definición no es sencilla, dado que dentro de esta denominación se enmarcan muchas intervenciones didácticas (Couso, 2014). ¿La IBSE consiste en aprender la metodología científica o en aprender ciencia a través de los métodos? No hay un consenso, como tampoco lo hay acerca de si es preferible una indagación completamente abierta en manos del alumnado o guiada en la que simplemente responda preguntas propuestas en clase. Trabajos recientes (Romero-Ariza, 2017) presentan evidencias de que una investigación completamente abierta no favorece el aprendizaje, refiriéndose mayores beneficios cuando la indagación es guiada y orientada por el profesor frente a una indagación abierta, por lo que en esto subyace la importancia del papel del profesorado. Es necesario que aseguremos la presencia de esta metodología indagatoria en la formación inicial del maestro/a para que éste la pueda llevar posteriormente al aula. Recordemos también que las actividades de indagación o investigación científica influyen en la dimensión emotiva del alumnado hacia el aprendizaje de las ciencias, aumentando las emociones positivas y disminuyendo las negativas (véase el trabajo de Bravo, Brígido, Hernández y Mellado de este mismo monográfico). La introducción de la indagación en la enseñanza de las ciencias en la formación del profesorado es necesaria porque está relacionada con la alfabetización científica, y esta formación requiere: a) una aproximación a los contenidos, b) un conocimiento de cómo se consiguen (indagación) y c) un estimular actitudes positivas hacia su utilización y hacia el papel de la ciencia en la sociedad.

Sin embargo, y aunque hay propuestas sobre la inclusión de esta metodología en la formación científica del profesorado, señaladas en el apartado anterior, (Martínez-Chico et al., 2014; Martínez-Chico et al., 2015; Vílchez & Bravo, 2015; Garrido-Espeja & Couso, 2017), hay estudios que indican que los maestros en activo y los futuros maestros tienen dudas sobre qué es exactamente enseñar a investigar y cómo llevar al aula la indagación (Montero-Pau & Tuzon, 2017; Toma et al., 2017).

Método

El instrumento utilizado para recoger la información que permita alcanzar nuestros objetivos es un cuestionario de elaboración propia. Para la validación del mismo se realizó una prueba piloto a cinco profesores. A continuación, se discutieron los datos obtenidos por los cuatro investigadores hasta alcanzar el consenso final que permitió diseñar el actual cuestionario. Una vez recogidas las respuestas, el equipo investigador las interpretó, clasificó y analizó a través de un proceso dinámico, en el que se resolvieron las discrepancias mediante discusiones hasta llegar al consenso (aceptación mayoritaria). La kappa de Cohen para la concordancia entre dos observadores ha sido superior a 0,71 en todas las categorías utilizadas en el análisis. Este análisis realizado consiste, principalmente, en un análisis cuantitativo, mediante el cálculo de frecuencias absolutas y relativas, complementado con un análisis inferencial con la prueba de chi cuadrado y rho de Spearman.

El cuestionario se compone de dos secciones. La primera consta de preguntas de carácter sociodemográfico y experiencia profesional, en el que se incluyen las variables sexo, universidad, año de obtención de la tesis doctoral y temática, años de experiencia como profesor universitario, categoría profesional, número de asignaturas de contenidos disciplinares de ciencias experimentales (CCE) o de didáctica de las ciencias (DCE) en las que imparte docencia en el grado en Educación Primaria y cuántas asignaturas de CCE o de DCE coordinan.

La segunda sección del cuestionario está compuesta por cuatro preguntas de carácter abierto sobre qué propuestas hacen para dos hipotéticas asignaturas de CCE y de DCE del grado en Educación Primaria:

- 1: Señale cinco contenidos que considere indispensables (numérelos) para trabajar en una asignatura genérica de ciencias experimentales de grado en Maestro de Educación Primaria:
- 2: ¿Qué metodología o estrategia de enseñanza utilizaría en una asignatura genérica de ciencias experimentales de grado en Maestro de Educación Primaria?
- 3: Señale cinco contenidos que considere indispensables (numérelos) para trabajar en una asignatura de didáctica de las ciencias experimentales de grado en Maestro de Educación Primaria:
- 4: ¿Qué metodología o estrategia de enseñanza utilizaría en una asignatura de didáctica de las ciencias experimentales de grado en Maestro de Educación Primaria?

El cuestionario completo, en formato digital a través de un formulario de Google Forms, se envió por correo electrónico a aproximadamente 350 profesores de los departamentos de didáctica de las ciencias experimentales de 25 universidades españolas. El cuestionario estuvo abierto desde noviembre de 2017 a enero de 2018, obteniendo 77 respuestas válidas (tasa de respuesta=22%).

Resultados y discusión

Descripción general de la muestra

De las 77 respuestas válidas, 37 profesores (48,1%) correspondían al sexo femenino y 40 (51,9%) al masculino. Pertenecían a las siguientes 20 universidades públicas: Alicante, Almería, Autónoma de Barcelona, Cádiz, Castilla La Mancha, Complutense de Madrid, Córdoba, Extremadura, Granada, Huelva, Jaén, Jaime I, Málaga, Murcia, Oviedo, Sevilla, Santiago de Compostela, Valencia, Valladolid y Zaragoza. Uno de los participantes dejó el campo "Universidad" en blanco.

La media de los años de experiencia como profesor universitario fue de 15,3 años, con un mínimo de 2 años y un máximo de 42 años. En cuanto al nivel académico, 74 eran doctores, 2 de ellos todavía no lo eran y 1 no lo indicó. La media de años desde la obtención de su doctorado era de 13,9 años, y, al respecto de la temática de su doctorado, 40 (53,3% de los doctores) eran doctores en ciencias o tecnología (agrupadas en una misma categoría) y 34 en didáctica de las ciencias experimentales (45,3%). Por lo referente a las figuras del profesorado, 22 de ellos eran profesores asociados (28,6%), 17 ayudantes doctores (22,1%), 12 (15,6%) contratados doctores, 14 titulares, 7 catedráticos (18,2% y 9,1% respectivamente) y un profesor emérito. Se clasificaron 4 profesores dentro de la categoría de Otros (5,2%), para incluir figuras como profesor sustituto interino.

Por último, con respecto a la actividad docente actual de estos profesores, la mayoría impartía entre 1 y 3 asignaturas. El 70% de la muestra impartía tanto asignaturas de contenidos disciplinares, CCE, como de didáctica de las ciencias experimentales, DCE, el 12% sólo impartían asignaturas de DCE y el 8% sólo de CCE. El resto no impartían docencia en el grado en Maestro en Educación Primaria (9,1%) en el momento de la encuesta. Uno de ellos no lo indicó.

Opiniones sobre los contenidos de una asignatura de contenidos disciplinares

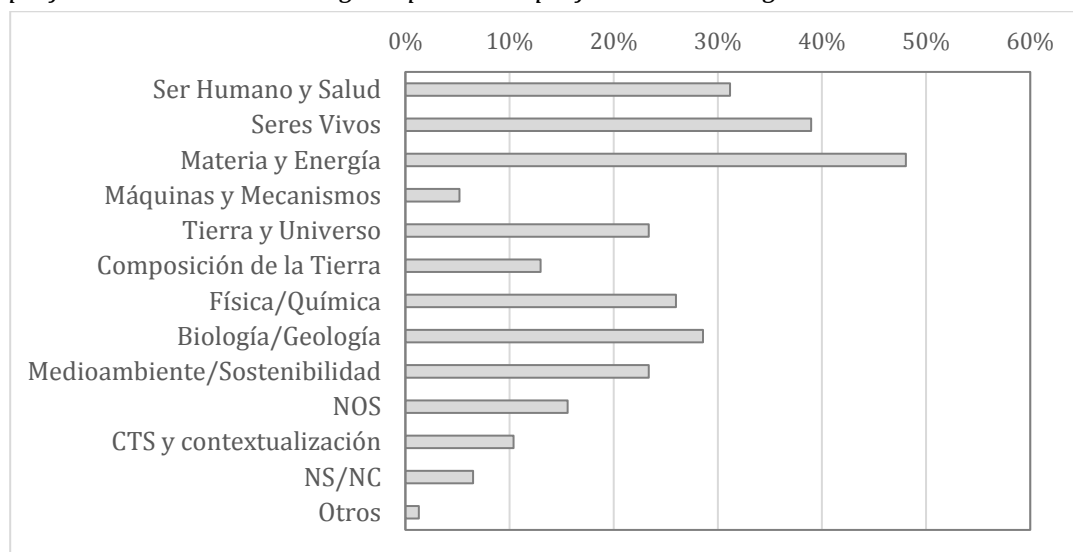
La identificación y clasificación de los contenidos científicos propuestos por los profesores no ha sido sencilla debido a respuestas poco explícitas en las que no se detallaban los contenidos que se proponían impartir, como "Todos los temas ciencia que se dan en primaria con contenido extendido" (P01), "Contenidos científicos" (P24, P53) o "Contenidos curriculares" (P31), o a respuestas con expresiones complejas de clasificar en una única categoría tales como "Biosanitarios" (P02), "Vida" (P10), "Evolución" (P28) o "Cambios" (P49). Asimismo, en este apartado 5 respuestas se encontraban en blanco (categorizadas en NS/NC) y una no proponía contenidos que se pudieran categorizar (categorizada en Otros).

Muchas respuestas podían dividirse según las diferentes ramas de la ciencia (Física, Química, Biología, Geología, Medioambiente) o según los diferentes bloques de la asignatura de Ciencias de la Naturaleza de primaria (Seres Vivos, Ser Humano y Salud, Materia y Energía, y Máquinas y Mecanismos), como se presenta en la Figura 1. Algunas respuestas combinaban ambas opciones como, por ejemplo, "1. Materia. 2. Energía. 3.

La Tierra. 4. El Universo. 5. Biología” (P27) o “1. Clasificación y funciones vitales en los reinos animal y vegetal. 2. Funciones vitales en el cuerpo humano. 3. Física. 4. Química. 5. Ciencias de la tierra y el espacio” (P37).

Figura 1

Presencia de contenidos disciplinares que deben aparecer en un currículo formativo del profesorado de Primaria según opinión del profesorado de magisterio



Nota. NOS: Naturaleza de la ciencia. CTS: Ciencia-Tecnología-Sociedad

Como vemos en la Figura 1, la categoría de Materia y Energía es la más común, aunque los bloques de Seres Vivos y Ser Humano también están muy presentes en las respuestas. Sin embargo, la biología es la categoría más presente en las guías docentes según García-Barros (2016). Podemos entender esta supuesta discrepancia en que una categoría global de biología abarcaría respuestas desglosadas aquí en tres categorías: Ser Humano y Salud, Seres Vivos y Biología y/o Geología. Esto nos lleva a tener en cuenta que no hay una correspondencia entre las ciencias y los bloques de primaria, pues nos encontramos con dos bloques (Ser humano y Salud y Seres Vivos) de Ciencias de la vida o Biología, un bloque de Materia y Energía que cubre las ramas de Física y Química, y el bloque de Máquinas y Mecanismos que corresponde a otra área de conocimiento, como es la de Ciencias de la tecnología. Esto puede explicar la mayor presencia de biología referida antes. Además, la poca presencia de formadores procedentes de grados técnicos, como arquitectura o ingeniería, también puede ser uno de los factores que expliquen la escasa aparición de máquinas en las propuestas, ya que es el bloque menos repetido.

En un 15,6% de las respuestas aparece la naturaleza de la ciencia, en un 10,4% se incluyen cuestiones CTS y en un 23,4% aspectos de medioambiente y sostenibilidad. Esta última cifra, considerable en comparación con los otros contenidos disciplinares, muestra la tendencia referida en el trabajo de De Pro Bueno, De Pro y Cantó de este

monográfico, en el que se menciona que ya empiezan a existir investigaciones sobre temas actuales como la sostenibilidad o la contaminación, ampliando los estudios que tratan de los “tópicos clásicos”. Por otro lado, como se aprecia en la Figura 1, hay profesores que proponen incluir contenidos de ciencias experimentales que no se imparten en la asignatura de Primaria de Ciencias Naturales, sino que se imparten en el bloque de El mundo que nos rodea de la asignatura de Ciencias Sociales, tales como La Tierra en el Universo o Composición de la Tierra, señalando que estos contenidos pertenecen a las ciencias experimentales y no a las ciencias sociales y, por lo tanto, así lo reivindican los formadores de maestros. Este bloque está presente, considerado en conjunto, en un 27,3% de las respuestas, por debajo de los tres grandes bloques de Ciencias de la Naturaleza.

Por último, encontramos que el 23,4% del profesorado (18 en total) propuso incluir algún aspecto didáctico en este tipo de asignatura, ya fuera únicamente aspectos didácticos (11,7%) o combinando la didáctica y los contenidos científicos (también el 11,7%). Este porcentaje muestra la intención del profesorado de no separar de manera explícita los contenidos disciplinares de su didáctica, tal y como autores como Mellado y González-Bravo (2000) o García-Barros (2016) defienden, huyendo del modelo consecutivo en el que primero se forma a los maestros y maestras en el contenido para, posteriormente, ofrecerles la formación de la parte didáctica (Esteve, 2006).

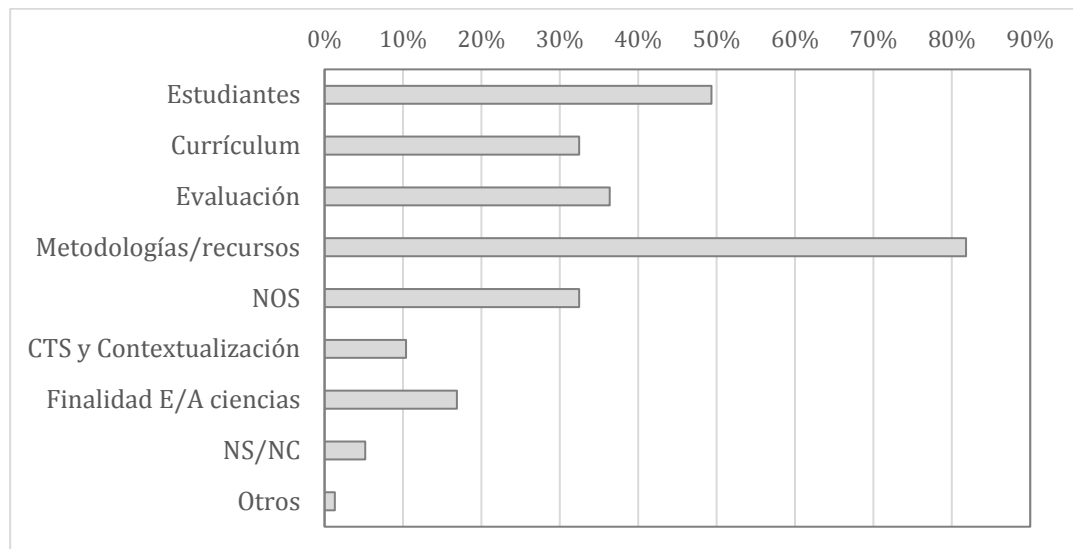
Opiniones sobre los contenidos de una asignatura de contenidos didácticos

En la pregunta sobre qué cinco aspectos didácticos impartirían los formadores/as de maestros en una asignatura de didáctica de las ciencias experimentales en el grado en Maestro en Educación Primaria algunos profesores han incluido más o menos puntos de los solicitados. Se han considerado todas las respuestas, independientemente del número de contenidos incluidos. Tal y como ocurría en el caso anterior, algunas respuestas incluían puntos demasiado ambiguos o poco descritos, por lo que se ha debido interpretar las respuestas. Asimismo, debido al carácter transdisciplinar de la Naturaleza de la Ciencia y las cuestiones CTS, ambas categorías aparecen de nuevo entre las respuestas del profesorado, por lo que también se han contabilizado en esta pregunta del cuestionario.

La presencia de los aspectos didácticos incluidos en las respuestas se muestra en la Figura 2. Por lo tanto, la propuesta para una asignatura exclusiva de didáctica de las ciencias que se extrae de las respuestas incluye principalmente aspectos de metodologías o estrategias instruccionales (81,8% de las respuestas) y atención a los estudiantes (49,4%), pero no le da tanta importancia a la contextualización y las CTS (10,4%). Es razonable entender la relación entre las estrategias instruccionales y los estudiantes, las dos categorías que se encuentran más presentes en las respuestas puesto que la formación debe partir de las concepciones de los estudiantes y, con las estrategias adecuadas, conseguir que evolucionen y se reorienten. Los formadores de maestros parecen mostrar una clara intención de que estos dos aspectos estén relacionados, ya que de los profesores que indican al menos uno de los dos aspectos (estudiantes o metodologías), el 57,8% de ellos incluyen los dos.

Figura 2

Frecuencia de aparición (en %) de los aspectos didácticos en las respuestas de los profesores



Nota. NOS: Naturaleza de la ciencia. CTS: Ciencia-Tecnología-Sociedad

Dentro de la categoría de Estudiantes encontramos aspectos como “Dificultades habituales de los alumnos en el aprendizaje de la ciencia” (P04) y “Pensamiento cotidiano de los alumnos” (P20). El 32,5% de las propuestas incluyen aspectos de los contenidos y objetivos del currículum de ciencias experimentales en la etapa de Educación Primaria. Así, algunas respuestas de esta categoría incluyen explícitamente un “módulo de programación” (P07), “Los contenidos curriculares en ciencias en Primaria” (P72) o únicamente “Currículum” (P38), mientras que otras son menos descriptivas y sólo indican “Tratamiento transversal de los contenidos” (P20). Los aspectos de evaluación como “Evaluación formativa, coherencia entre objetivos, actividades y evaluación” (P09), “La evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje en el aula de ciencias de Primaria” (P33) o la “autorregulación de aprendizajes y evaluación formativa” (P46) están presentes en 28 propuestas (36,4%).

Como hemos mencionado, el aspecto didáctico más frecuente en las respuestas del profesorado es el de Metodologías, con una presencia del 81,8%, e incluye métodos y recursos de enseñanza. Esta categoría es la que más heterogeneidad presenta en las respuestas, ya que engloba aspectos genéricos como “Actividades y recursos en ciencias” (P05) o “Gestión del aula de ciencias” (P53), puntos sobre metodologías o recursos concretos, como “Estrategias de enseñanza de la ciencia por indagación” (P04) o “El laboratorio y su metodología” (P16), o sobre diseño de actividades, como “Saber preparar actividades y dirigir la actividad del alumnado” (P29). Entre las propuestas, el 15,6% incluye aspectos genéricos didácticos y, al igual que ocurría en la pregunta de los contenidos disciplinares, también hay un número considerable de respuestas (18,2%) que presentan contenidos disciplinares a pesar de que se les está

preguntando por la formación didáctica, pudiendo relacionarse, de nuevo, con la decisión de formar a la vez al futuro profesorado en ciencias y en su didáctica. También encontramos un porcentaje considerable (32,5%) de formadores que proponen aspectos de Naturaleza de la Ciencia. En porcentajes menores, otros incluyen la finalidad de la enseñanza/aprendizaje de la ciencia (16,9%), refiriendo por ejemplo “Finalidades de la educación científica básica” (P04), “Competencia científica” (P40) o “Papel del saber” (P82), y aspectos de CTS y/o contextualización (10,4%), como “Ciencia cotidiana” (P27) o “Contextualización (CTS, CSC)” (P28).

Por último, por lo que respecta al perfil del profesorado, las respuestas con mayor porcentaje de aspectos didácticos son predominantemente de doctores en didáctica de las ciencias (el 57,1% de los profesores que proponen cinco de las categorías incluidas en la Figura 2 son doctores en DCE y el 52,4% de los que proponen cuatro categorías), y la mayoría (60,0%) de formadores que no han presentado ningún aspecto didáctico son doctores en CCEE. En estos casos, se incluían únicamente aspectos de contenidos disciplinares. También se ha encontrado una correlación leve pero significativa entre la experiencia docente y el número de categorías que incluyen en sus respuestas ($\rho = 0,263$, $p = 0,028$).

Opiniones sobre la metodología a utilizar en una asignatura de contenidos disciplinares exclusivamente y de didáctica de las ciencias

Con respecto a los tipos de metodologías propuestas, para la asignatura exclusiva de contenidos disciplinares, CCE, hemos clasificado las respuestas del profesorado según diferentes categorías *post-hoc*, para poder aproximarnos a la metodología preferida por los profesores para impartir estas asignaturas. Aunque nuestra pregunta en el cuestionario era en condicional (¿Qué metodología o estrategia de enseñanza utilizaría...?), algunos de los profesores mostraron un tono pesimista en cuanto a la posibilidad de implementar algunas metodologías, como se entrevé en respuestas como “Debido al número de alumnado alto no queda otra que clase tradicional-magistral. Con grupos menos numerosos experiencias prácticas y diversas metodologías activas, también está el problema del material para hacerlo” (P31) o en expresiones dubitativas como en “A ser posible, aprendizaje a través de experimentos sencillos con materiales poco costosos; aprendizaje guiado y, en caso de adultos, indagación” (P09).

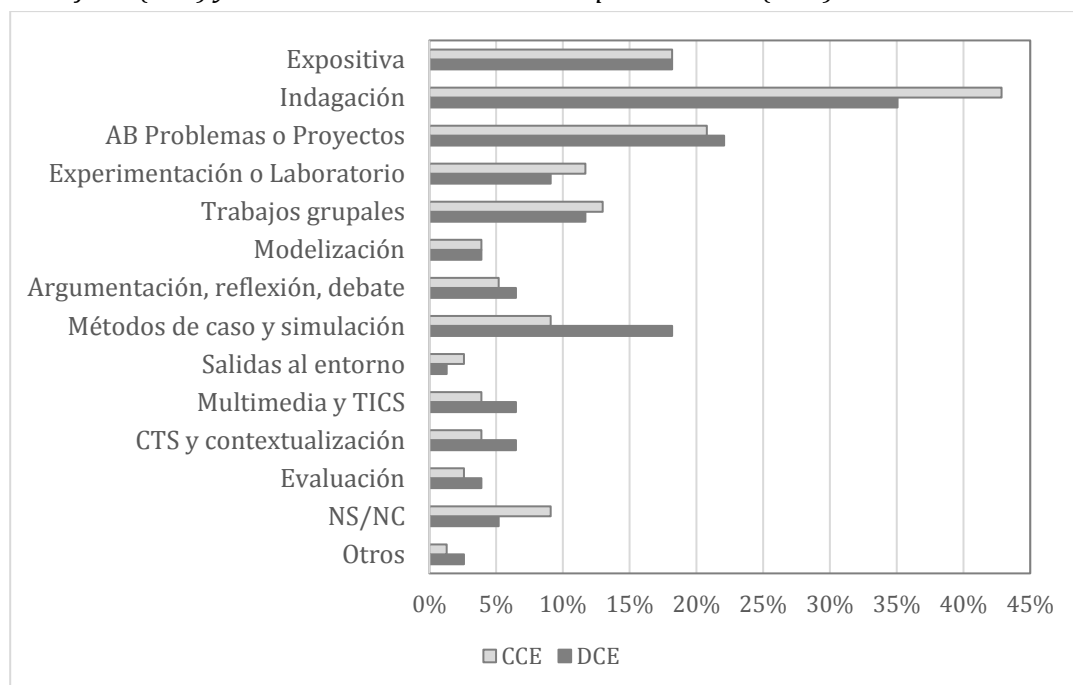
La Figura 3 recoge las frecuencias relativas de aparición de las diferentes metodologías propuestas para las dos asignaturas consideradas, donde se muestra el porcentaje de formadores que han propuesto las distintas metodologías seleccionadas. Somos conscientes de que no todas las metodologías se pueden ver aquí reflejadas, y hay respuestas genéricas como “metodología activa” o “constructivista” que no se recogen en la gráfica. Para ambas asignaturas, la metodología preferida es la indagatoria. En el caso de la asignatura de CCE, casi la mitad de las respuestas optan por esta metodología y de estos profesores, el 57,6% proponen la indagación como única metodología. El resto la proponen con una metodología más (el 15,2%) o junto a más de dos metodologías (27,3%). Este resultado nos puede llevar a pensar que se hace mucha indagación en la formación inicial de los maestros. Sin embargo, hay estudios

que refieren que los maestros no conocen cómo llevar a la práctica la indagación al aula (Montero-Pau & Tuzon, 2017; Toma et al., 2017; Vílchez & Bravo, 2015), por lo que esto supondría una contradicción. De la misma manera, los resultados aquí obtenidos también difieren de los encontrados en artículos recientes, como (Tierno et al., 2020), en los que referencian que la indagación no está demasiado presente en las guías docentes de los planes del grado en Educación Primaria. Por lo tanto, estos resultados nos suscitan la reflexión de si la indagación que se quiere impartir, realmente se está llevando a cabo en las aulas, y si realmente se está realizando de manera efectiva. No obstante, entendemos que esto requeriría estudios posteriores como una observación de las prácticas docentes y entrevistas a formadores y alumnos, que excede los límites del presente trabajo.

Para la asignatura de didáctica de las ciencias, la indagación también es la metodología preferida, aunque no alcanza un porcentaje tan alto como en la anterior asignatura. Sólo un 35,1% de las respuestas se muestra a favor de esta estrategia de aprendizaje. De estos profesores, el 44,4% la propone como única metodología de esta asignatura, cifra inferior a la que encontrábamos en la asignatura de contenidos. El 25,9% de respuestas, proponen combinar la indagación con una metodología más y el 29,6% con varias metodologías.

Figura 3

Distribución de las metodologías propuestas para una asignatura de contenidos científicos (CCE) y de didáctica de las ciencias experimentales (DCE)



Desglosando las metodologías de la Figura 3 podemos identificar tres grupos, en función del porcentaje de aparición. Consideremos en primer lugar, las metodologías más frecuentes. En el caso de la asignatura de CCE, en este grupo se encuentran la indagación, las metodologías basadas en problemas o proyectos (categorizadas juntas) y la expositiva, todas ellas con más del 18% en las respuestas. Para la asignatura de DCE, a estas tres estrategias se le suman los métodos de caso y simulación, que presentan un incremento considerable en comparación con la asignatura de contenidos disciplinares (casi un 20% de aparición en la DCE frente al 9,1% de la CCE). En esta categoría, encontramos opiniones como “Necesariamente hay que transferir la responsabilidad de enseñar a los maestros en formación; ponerlos en acción y en situación (simplificada) de enseñar. (...)” (P09), “casos prácticos” (P83) o “role play (maestro-niño)” (P51). Entendemos que esto refleja la opción de los formadores por estas metodologías, en las que el futuro maestro reflexiona a través de casos, o que vivencia él mismo, de forma simulada, situaciones a las que se puede enfrentar en el aula, ayudándole en la práctica y aprendizaje de nuevas estrategias de enseñanza (Mellado & González-Bravo, 2000). Por ello, es entendible que estas metodologías aparezcan más frecuentemente para la asignatura de didáctica que para la de contenidos disciplinares.

Con una frecuencia de respuestas media, entre el 9,0% y el 13,0%, el segundo grupo de metodologías lo constituye, para la asignatura de CCE, la categoría de trabajo grupal y aprendizaje cooperativo/colaborativo, la experimentación o actividades en el laboratorio y los métodos de caso y simulación. Por su parte, para la asignatura de DCE, este segundo grupo de metodologías de alrededor del 10%, se compone por la metodología de trabajos grupales/cooperativos (11,7%) y la experimentación (9,1%). Estas respuestas relacionadas con el laboratorio no suelen aclarar si se están refiriendo a la realización de prácticas de laboratorio por parte de los alumnos para la adquisición de contenidos científicos, o a la realización de prácticas como ejemplos de actividades que en un futuro podrán proponer en sus aulas, como parece indicar la respuesta “Actividades experimentales estrechamente relacionados con la teoría y adaptadas a los niños de Educación Primaria” (P61).

Por último, en el bloque de las metodologías menos frecuentes encontramos la argumentación, recursos multimedia, modelización, evaluación, salidas al entorno y actividades CTS y/o de contextualización. Prácticamente todas tienen valores similares en ambas asignaturas, con ligeras diferencias. Queremos hacer mención a la aparición de la evaluación en las respuestas, reflejando la capacidad que tiene como metodología de aprendizaje.

Se encuentra también el hecho de que aquellos profesores que proponen indagación en una asignatura también la plantean en la otra y, aquellos que no la proponen son reacios a proponerla en la otra: el 75% de los formadores que sugieren indagación en CCE, también lo hacen en la asignatura de didáctica, como se recoge en la Tabla 1. Esta dependencia es estadísticamente significativa ($\chi^2=32,985$, $p < 0,001$). No estamos incluyendo las respuestas categorizadas como NS/NC ni Otros.

Tabla 1

Comparación de la presencia de la indagación en asignatura de didáctica y de contenidos científicos en frecuencia relativa (n=66)

	Proponen indagación para CCE	No proponen indagación para CCE
Proponen indagación para DCE	24	2
No proponen indagación para DCE	8	32

Perfil del profesorado que incluye metodologías indagatorias para las asignaturas

Estudiamos, por último, el perfil del profesorado que propone la indagación en cada asignatura. Hemos visto que, para los CCE, la presencia de la indagación en las respuestas es mayor en el caso de doctores en didáctica de las ciencias (56,6%) que en los doctores en ciencias/tecnología (38,9%). Esta tendencia es similar también en la asignatura de DCE, ya que entre los doctores en didáctica de las ciencias el 50% de ellos proponen una metodología indagatoria, pero solamente el 30,8% de los doctores en ciencias lo hacen.

Por otro lado, encontramos diferencias comparando la experiencia docente universitaria del profesorado a favor de la indagación según el tipo de doctorado. En el caso de los doctores en didáctica de las ciencias, el promedio de su experiencia docente universitaria es menor en los profesores que proponen indagación. Sin embargo, entre los profesores con tesis disciplinares, los que proponen indagación son los que más años de experiencia docente tienen, y esta diferencia en la experiencia docente es mucho mayor que en el caso de los doctores en didáctica. Esto ocurre para ambas asignaturas. Estos resultados se encuentran recogidos en la Tabla 2.

Tabla 2

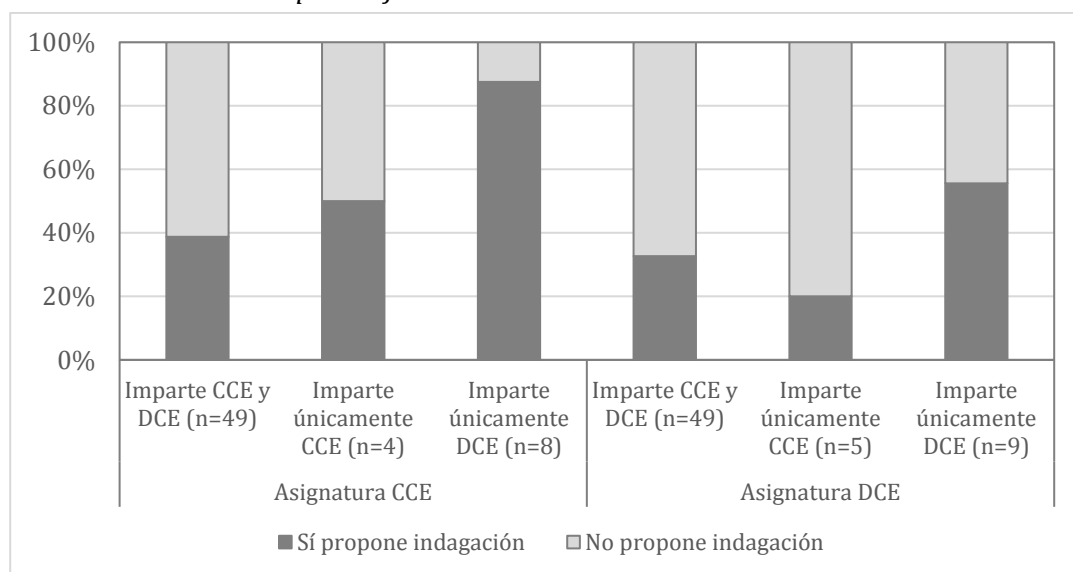
Promedio de la experiencia docente universitaria (en años) del profesorado que propone indagación según su doctorado, para la asignatura de contenidos disciplinares (CCE) y la de didáctica de las ciencias (DCE). N hace referencia al número de profesores de cada subgrupo.

Doctorado	Asignatura CCE (n=66)				Asignatura DCE (n=69)			
	Propone indagación		No propone indagación		Propone indagación		No propone indagación	
	<i>Promedio experiencia docente</i>	<i>N</i>	<i>Promedio experiencia docente</i>	<i>N</i>	<i>Promedio experiencia docente</i>	<i>N</i>	<i>Promedio experiencia docente</i>	<i>N</i>
Didáctica de las ciencias	10,00	17	15,69	13	10,73	15	15,20	15
Ciencias/ Tecnología	22,86	14	14,45	22	21,83	12	16,08	27
Total	15,81	31	14,94	35	15,67	27	15,75	42

Por último, encontramos diferencias en el porcentaje de profesorado que propone metodologías indagatorias según la docencia impartida (sólo asignaturas de contenidos disciplinares, sólo asignaturas de aspectos didácticos o ambos tipos de asignaturas), como se observa en la Figura 4. Para ambas asignaturas, el mayor porcentaje de profesores a favor de la indagación se encuentra entre los que imparten sólo didáctica (87,5% para la CCE y 55,6% para DCE). Así que, a pesar de la evidente diferencia entre los tamaños de los grupos comparados, podríamos interpretar que los profesores de DCE están más a favor de las metodologías indagatorias que los profesores de CCE. Esto podría deberse al hecho de que el impartir asignaturas de didáctica permite ver al alumnado como el futuro docente que va a ser, llevando al formador a adecuar los contenidos y la metodología a esta circunstancia, permitiéndole ver al alumnado como maestro de ciencias, con un perfil más generalista, y no como un especialista de la materia.

Figura 4

Distribución de las propuestas indagatorias (en %) para una asignatura de contenidos disciplinares (CCE) y de didáctica de las ciencias experimentales (DCE) según la docencia universitaria realizada por los formadores



Conclusiones e implicaciones en la formación del profesorado

Se han presentado las respuestas de 77 formadores de maestros acerca de los contenidos científicos que incluirían en una asignatura de contenidos científicos y en otra de didáctica de la ciencia para estudiantes del grado en Educación Primaria y qué metodologías utilizarían en dichas asignaturas. Aunque somos conscientes de las limitaciones del presente estudio, puesto que se ha utilizado un único cuestionario, con

preguntas abiertas, como instrumento de análisis, queremos enumerar las conclusiones que se derivan de los resultados obtenidos.

La primera conclusión que se puede extraer es que no existe un consenso único sobre los contenidos científicos para la hipotética asignatura de contenidos científicos. Propuestas organizadas en torno a las ramas de la ciencia conviven junto a propuestas organizadas siguiendo el currículum de primaria y los diferentes bloques en los que la asignatura de Ciencia de la Naturaleza se articula. Por otro lado, un número bajo, pero no despreciable de las respuestas incluyen aspectos de la Naturaleza de la Ciencia o de cuestiones de Ciencia-Tecnología-Sociedad, permitiendo entrever la preocupación de los formadores de maestros por introducir aspectos más transversales y holísticos que van más allá de únicamente los contenidos disciplinares.

Algo similar ocurre con la propuesta de formación para la supuesta asignatura de didáctica de la ciencia. Aun considerando los contenidos mínimos que podría tener esta asignatura, como son las estrategias instruccionales, la evaluación, el currículum y los estudiantes (ideas previas y dificultades de aprendizaje), las diversas propuestas recogidas no reflejan un consenso en los aspectos didácticos que deberían impartirse. Al igual que ocurría para la asignatura de contenidos, también hay un porcentaje considerable de formadores que incluyen la Naturaleza de la Ciencia en sus propuestas, y un porcentaje algo menor que incluye cuestiones CTS y/o contextualización. En ambas asignaturas, existen porcentajes cercanos al 20-25% que incluyen aspectos disciplinares y didácticos a la vez, mostrando la preferencia por un modelo integrado de formación científica y didáctica.

La segunda conclusión está relacionada con la indagación como metodología más frecuente elegida por los profesores para estas hipotéticas asignaturas. En ambos casos, tanto en la formación científica como didáctica específica, los formadores proponen utilizar metodologías indagatorias. Al mismo tiempo, hemos encontrado que variables como la temática de la tesis doctoral del formador de maestros, su experiencia docente y la docencia que imparten pueden ser factores que están relacionados con la elección de metodologías indagatorias en la formación científica de los maestros.

Para finalizar, queremos reflexionar sobre una propuesta de formación científica de los futuros maestros, en línea con la manera de entender esta formación que tienen autoras como Martínez-Chico et al. (2014) o Sanmartí (2002). Defendemos una formación que permita a los futuros maestros y maestras cuestionar sus propias ideas sobre los diferentes contenidos científicos, que les ayude a construir un conocimiento sólido que permita aplicarlo y experimentarlo favoreciendo la creación de situaciones similares a las que podrán vivir cuando lleguen a las aulas. Por lo tanto, secundamos una formación que huya del modelo consecutivo, de forma que integre, de manera real y efectiva, la parte didáctica con la parte disciplinar, sin que esto suponga una merma de créditos del área, ya de por sí, muy escasos. Entendemos que así se conseguirá una mejor asimilación del contenido científico y de su didáctica, ya que el futuro maestro puede comenzar a visualizarse como profesor de ciencias y puede, por lo tanto, reflexionar sobre lo que conoce y entiende, cuestionando las ideas y prácticas que, como alumno, ha interiorizado a lo largo de los años (Sanmartí, 2002).

Dada la conveniencia de la metodología indagatoria en la etapa de primaria, nuestra propuesta incluiría la introducción de experiencias en las que los futuros maestros llevaran a cabo actividades de indagación, y que tuvieran que diseñar actividades basadas en esta metodología para sus futuros alumnos. Pensamos que esto ayudaría a resolver esas dudas e inseguridades que trabajos previos han referido, como se ha mencionado repetidamente a lo largo del texto (Montero-Pau & Tuzon, 2017; Toma et al., 2017). Es sabido que los docentes reproducen las metodologías aprendidas en su época de alumnos (Sanmartí, 2002), por lo tanto, introducir la indagación en su formación inicial ayudará a que la interioricen y la puedan reproducir posteriormente.

Esta metodología es aún más necesaria si tenemos en cuenta: a) la escasa formación previa en ciencias del alumnado que se matricula en el grado de magisterio; b) la escasa formación en ciencias y su didáctica que se ofrece en dicho grado (6-7% de los créditos totales); c) la inexistencia de la especialidad de ciencias en el mismo, donde sólo existen el tutor de primaria y las cinco especialidades LOGSE (Inglés, Educación Física, Música, Pedagogía Terapéutica y Audición y Lenguaje), y d) el hecho de que el 31,5 % de los tutores de Primaria provienen de estas cinco especialidades y un 8,6 % de Infantil, lo que augura una enseñanza deficitaria de las ciencias en los CEIPs (Thibaut et al., 2021). Ya va siendo necesario, treinta años después de la LOGSE, adecuar la formación inicial de los maestros y maestras a las necesidades del alumnado y de la sociedad, lo cual requiere de una reforma de las especialidades y los planes de estudios, introduciendo especialistas de ciencias y matemáticas, de lenguas o de sociales, no tanto para impartir clases de su materia, como los actuales especialistas LOGSE, sino para coordinar la enseñanza de estas áreas específicas y hacerse cargo de espacios concretos, como una biblioteca, un laboratorio, un proyecto educativo o un aula de informática.

Por ello, consideramos crucial encontrar el lugar y el momento para realizar la reflexión sobre la formación científica de los maestros de forma global, desde todo el sistema universitario y no sólo por universidades o autonomías de manera aislada. La realización de estudios como el presente muestran la variedad de opiniones que podemos encontrar en ese posible debate, y sus resultados nos permiten establecer las líneas de diálogo sobre las que trabajar para llegar a consensos sobre una formación científica integral del futuro maestro, que garantice la adecuada alfabetización científica que los ciudadanos, jóvenes y adultos, deben poseer.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto “Estudio sobre la enseñanza de las ciencias en educación infantil y primaria. Propuestas de mejora” con código PID2019-105320RB-I00, financiado por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033.

Referencias

- Abell, S. K. (2007). *Research on Science Teacher Knowledge*. En S. K. Abell y N. G. Lederman (Eds.), *Handbook of Research on Science Education*, (pp. 1105-1150). Routledge.
- Aguilera Morales, D., Martín Páez, T., Valdivia Rodríguez, V., Ruiz Delgado, Á., Williams Pinto, L., Vílchez, J. M., y Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las

- ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-284. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388>
- ANECA. (2005). *Libro Blanco. Título de Grado en Magisterio*. Volumen 1. Madrid: ANECA.
- Bravo, E., Brígido, M., Hernández, M. A., y Mellado, V. (2022). Las emociones en ciencias en la formación inicial del profesorado de infantil y primaria. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 97(36.1).
- Cañal, P. (2000). El conocimiento profesional sobre las ciencias y la alfabetización científica en Primaria. *Alambique*, (24), 46-56.
- Couso, D. (2014). De la moda de “aprender indagando” a la indagación para modelizar: una reflexión crítica. En M. A. Héras, A. Lorca, B. Vázquez, A. Wamba y R. Jiménez. *Investigación y transferencia para una educación en ciencias: Un reto emocionante* (pp. 1-28). Servicio de Publicaciones Universidad de Huelva.
- De Pro Bueno, A., De Pro, C., y Cantó, J. (2022). ¿Qué problemas tiene la formación de maestros para enseñar ciencias en educación primaria? *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 97(36.1).
- Esteve, J. M. (2006). La profesión docente en Europa: Perfil, tendencias y problemática. La formación inicial. *Revista de Educación*, 340, 19-40.
- Furió, C., y Carnicer, J. (2002). El desarrollo profesional del profesor de ciencias mediante tutorías de grupos cooperativos. Estudio de ocho casos. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(1), 47-74.
- García Barros, S. (2016). Conocimiento científico vs Conocimiento Didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto*, 35(1), 31-44.
- Garrido-Espeja, A., y Couso, D. (2017). La modelización en la formación inicial de maestros: ¿qué mecanismos o estrategias la promueven? *Enseñanza de las ciencias*, nº extra, 137-144.
- Gavidia, V. (2008). Las actitudes en la educación científica. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 22, 53-66.
- Gil, D. (1991). ¿Qué hemos de saber y «saber hacer» los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 9(1), 69-77.
- Magnusson, S., Krajcik, L., y Borko, H. (1999). *Nature, sources and development of pedagogical content knowledge*. En J. Gess-Newsome y N. G. Lederman (Eds.), *Examining pedagogical content knowledge* (pp. 95-132). Kluwer.
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R., Jiménez Liso, M. R., y 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. <https://doi.org/10.12795/IE.2013.i80.03>
- Martínez-Chico, M., López-Gay, R., y Jiménez-Liso, M. R. (2014). ¿Es posible diseñar un programa formativo para enseñar ciencias por Indagación basada en Modelos en la formación inicial de maestros? Fundamentos, exigencias y aplicación. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 28, 153-173. <https://doi.org/10.7203/DCES.28.3153>
- Martínez-Chico, M., Jiménez-Liso, M. R., y López-Gay, R. (2015). Efecto de un programa

- formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2015.v12.i1.10
- Mellado, V. (2003). Cambio didáctico del profesorado de ciencias experimentales y filosofía de la ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 21(3), 343-358.
- Mellado, V., y González-Bravo, T. (2000). La formación inicial del profesorado de Ciencias Experimentales. En J. Perales y P. Cañal, *Didáctica de las Ciencias Experimentales* (pp. 535-556). Marfil.
- Montero-Pau, J., y Tuzon, P. (2017). Inquiry-based science education in primary school in Spain: teachers' practices. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, extra, 2237-2242. Recuperado de: <https://raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/337605>
- National Research Council. (2000). *Inquiry and the National Science Education Standards: A Guide for Teaching and Learning*. Washington, DC: National Academy Press. <http://dx.doi.org/10.17226/9596>
- Porlán, R., y Rivero, A. (1998). *El conocimiento de los profesores*. Díada.
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., y Hemmo, V. (2007). *A renewed pedagogy for the future of Europe*. European Commission. Community Research.
- Romero-Ariza, M. (2017). El aprendizaje por indagación: ¿existen suficientes evidencias sobre sus beneficios en la enseñanza de las ciencias? *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 14(2), 286-299. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.01
- Shulman, L. S. (1986). Those Who Understand: Knowledge Growth in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Shulman, L. S. (1987). Knowledge and teaching: foundations of the new reform. *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22
- Sanmartí, N. (2002). Necesidades de formación del profesorado en función de las finalidades de la enseñanza de las ciencias. *Pensamiento Educativo, Revista De Investigación Latinoamericana (PEL)*, 30(1), 35-60.
- Solbes, J., Domínguez-Sales, M. C., Fernández-Sánchez, J., Furió, C., Cantó, J. R., y Guisasola, J. (2013). ¿El profesorado de física y química incorpora los resultados de la investigación en didáctica? *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 27, 155-178. <https://doi.org/10.7203/DCES.27.2617>
- Solbes, J., Fernández-Sánchez, J., Domínguez-Sales, C., Cantó, J., y Guisasola, J. (2018). Influencia de la formación y la investigación didáctica del profesorado de ciencias sobre su práctica docente. *Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 25-44. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2355>
- Tierno, S. P., Tuzón, P., Solbes, J., y Gavidia, V. (2020). Situación de la enseñanza de las ciencias por indagación en los planes de estudio de Grado de Maestro de Educación Primaria en España. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 39, 99-116. <https://doi.org/10.7203/dces.39.17855>
- Thibaut, E., Lozano, O., y Solbes, J. (2021). Especialidades de acceso y de ejercicio de los docentes de ciencias de Infantil y Primaria. *XI Congreso Internacional sobre*

- Investigación en Didáctica de las Ciencias.* (p. 523-527).
- Toma R. B., Greca I. M., y Meneses-Villagrà, J. A. (2017) Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didàcticas usando la metodologìa de indagaci3n. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgaci3n de las Ciencias*, 14 (2), 442-457.
http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.11
- Verdugo-Perona, J. J., Solaz-Portolés, J. J., y Sanjosé, V. (2019). Evaluaci3n del Conocimiento Científico en Maestros en formaci3n inicial: el caso de la Comunidad Valenciana. *Revista de Educaci3n*, 383, 133-162.
<https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2019-383-404>
- Universitat de València (2021). *Anuario de Datos Estadísticos de la UV*. Disponible en: <https://www.uv.es/uvweb/servicio-analisis-planificacion/es/estadisticas-indicadores/anuario-datos-estadisticos-uv/anuario-datos-estadisticos-uv-1285868428356.html>
- Vílchez, J. M., y Bravo, B. (2015). Percepci3n del profesorado de ciencias de educaci3n primaria en formaci3n acerca de las etapas y acciones necesarias para realizar una indagaci3n escolar. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigaci3n y experiencias didàcticas*, 33(1), 185-202.
<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1529>

Práticas de Cidadania Ambiental na Formação Inicial de Professores de Educação Básica: Um Estudo de Caso

Elisabete LINHARES
Pedro REIS

Datos de contacto:

Elisabete Linhares
Universidade de Lisboa, Portugal.
elisabete.linhares@ese.ipsantarem.pt

Pedro Reis
Universidade de Lisboa, Portugal.
preis@ie.ulisboa.pt

Recibido: 07/12/2021
Aceptado: 17/03/2022

RESUMO

De acordo com a Agência Europeia do Ambiente, o grande desafio deste século centra-se na sustentabilidade. Neste contexto, é fundamental uma multiplicidade de atores e de iniciativas que permitam aumentar a consciencialização ambiental dos cidadãos e repensar comportamentos e estilos de vida. O presente estudo, centrado na formação inicial de professores de Educação Básica em Portugal (responsáveis pelos primeiros 6 anos de escolaridade), perspetiva estes futuros profissionais e os seus alunos como agentes de educação ambiental capacitados para a transformação social. Em conformidade com esta perspetiva, foram desenvolvidas propostas de trabalho assentes numa abordagem de Educação para a Cidadania Ambiental com o objetivo de compreender de que forma o envolvimento dos professores nestas atividades, com recurso à *Web 2.0*, pode contribuir para o desenvolvimento de competências que permitam a tomada de decisões informadas e a ação individual e coletiva perante emergências locais, nacionais e globais, como defende a UNESCO. Apresentam-se parte dos resultados de um estudo de caso de natureza qualitativa, obtidos a partir de uma entrevista semiestruturada realizada em profundidade no final da intervenção. A análise de conteúdo permitiu verificar que esta abordagem didática contribuiu para a construção de conhecimentos sobre as problemáticas ambientais abordadas e a promoção de capacidades, valores e atitudes pró-ambientais. Conclui-se que as práticas de Cidadania Ambiental possibilitam uma abordagem ativa e inovadora no ensino das ciências através da participação dos futuros professores em ações comunitárias, nomeadamente em contexto de ensino a distância.

PALAVRAS CHAVE: Formação inicial de professores; Educação para a cidadania ambiental; Desenvolvimento sustentável; Ativismo; *Web 2.0*.

Environmental Citizenship Practices in the Initial Training of Basic Education Teachers: A Case Study

ABSTRACT

According to the European Environment Agency, the great challenge of this century is focused on sustainability. In this context, it is essential to have a multiplicity of actors and initiatives that make it possible to increase citizens' environmental awareness and rethink behaviours and lifestyles. This study, focused on the initial training of Basic Education teachers in Portugal (responsible for the first 6 years of schooling), faces these future professionals and their students as agents of environmental education trained for social transformation. In accordance with this perspective, work proposals were developed based on an Education for Environmental Citizenship approach with the aim of understanding how the involvement of teachers in these activities, using Web 2.0, can contribute to the development of skills allowing for informed decisions and individual and collective actions in the face of local, national and global emergencies, as defended by UNESCO. Some results of a qualitative case study are presented, obtained through an in-depth semi-structured interview carried out at the end of the intervention. The content analysis allowed to verify that this didactic approach contributed to the construction of knowledge about the environmental issues addressed, capacities, and the promotion of pro-environmental values and attitudes. It is concluded that Environmental Citizenship practices enable an active and innovative approach in science teaching through the participation of future teachers in community actions, namely in the context of distance learning.

KEYWORDS: Initial teacher training; Education for Environmental Citizenship; Sustainable Development; Activism; *Web 2.0*.

Introdução

O caminho para uma sociedade mais sustentável reforça a importância da integração da Cidadania Ambiental na educação do século XXI. Uma educação para a cidadania ambiental visa contribuir para a formação de cidadãos responsáveis com as competências necessárias para participar ativamente na mudança ambiental e social que se almeja rumo à sustentabilidade (Hadjichambis, et al., 2020).

De acordo com a Agência Europeia do Ambiente [AEA] (2019), o grande desafio deste século centra-se na sustentabilidade, na forma como podemos alcançar o desenvolvimento mantendo o equilíbrio entre a dimensão social, económica e ambiental. O contexto atual requer soluções sistémicas que, segundo o referido relatório, envolve abordagens diferentes quanto ao “que precisamos de fazer, mas também de como precisamos de o fazer” (p. 3). Não obstante as melhorias introduzidas pelas políticas da EU em matéria de ambiente, os problemas que a sociedade enfrenta persistem, nomeadamente a perda de biodiversidade, a exploração insustentável dos recursos, as alterações climáticas e os riscos ambientais que afetam a saúde e o bem-

estar.

A relação da humanidade com o ambiente deteriorou-se, e perante este cenário é crucial desenvolver ações concertadas que permitam aumentar a consciencialização ambiental dos cidadãos de forma a poderem repensar comportamentos e estilos de vida. Para que esta alteração comportamental se possa efetivar, torna-se fundamental uma multiplicidade de atores e de iniciativas na área ambiental, enquadrados pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável propostos pelas Nações Unidas, segundo os quais a educação desempenha um papel central na melhoria do ambiente (APA, 2017). É esta perspetiva que enquadra o presente estudo na formação inicial de professores, perspetivando-os como agentes de Educação Ambiental capacitados para a mudança social e para a promoção de uma consciência ambiental entre os cidadãos. Para o efeito, foram desenvolvidas propostas de trabalho assentes numa abordagem de Educação para a Cidadania Ambiental com o objetivo de compreender de que forma o envolvimento dos professores nestas atividades, com recurso à *Web 2.0*, pode contribuir para o desenvolvimento de competências que permitam a tomada de decisões informada e a ação individual e coletiva perante problemas locais, nacionais e globais, como defende a UNESCO.

Rumo à sustentabilidade: Formação de Professores e Cidadania Ambiental

Para se assegurar uma transição para um futuro sustentável, é necessário repensar-se o que se aprende e como se aprende, “adquirir os conhecimentos, competências, valores e atitudes que nos permitem tomar decisões informadas e agir individual e coletivamente perante emergências locais, nacionais e globais” (UNESCO, 2020, p. 8). De acordo com a UNESCO (2020), a Educação para o Desenvolvimento Sustentável (EDS) pode ajudar-nos a fazer essa transição. A EDS é reconhecida como um catalisador essencial de todos os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) e atinge a sua finalidade transformando a sociedade. Neste âmbito, a ideia de “transformação implica modificar as nossas ações individuais e reorganizar estruturas societais” (UNESCO, 2020, p. 18). Uma EDS em ação é uma cidadania em ação. Tendo como meta uma EDS para 2030, é expectável que os educadores tenham a possibilidade de melhorar as suas competências para favorecer a transformação da sociedade com vista a um Desenvolvimento Sustentável (DS). Para tal, as instituições de formação de educadores devem integrar a EDS nos seus ciclos de formação.

Na Agenda 2030 perspetivam-se crianças, jovens e adultos como agentes críticos da mudança capazes de encontrar nos ODS uma plataforma para aplicar as suas capacidades de ativismo com vista à criação de um mundo melhor (United Nations, 2015). Os agentes de Educação Ambiental (EA) têm um papel fundamental na promoção desta capacitação crítica para a ação. Entre eles, os profissionais da educação, que têm sido os “grandes dinamizadores da EA nas comunidades escolares, nos contextos da educação formal e não formal” (APA, 2017, p. 25). Esta ideia está presente nas recomendações do Conselho Nacional de Educação (Menezes et al., 2019), segundo as quais o professor representa o centro das iniciativas de EA. De facto, “a

educação ambiental nas escolas parece repousar fortemente na consciência, no conhecimento e na literacia ambientais de professoras/es, mas também no seu compromisso e agência” (Menezes et al., 2019, p. 4). Portanto, as instituições de formação inicial e contínua de professores têm uma responsabilidade acrescida nesta matéria, através de abordagens educativas contextualizadas, centradas nos estudantes, sistêmicas e baseadas em atividades investigativas e na ação sobre problemas ambientais que lhes permitam construir conhecimento científico e pedagógico (Amat-González, et al., 2022; Guerrero-Fernández et al., 2022; Menezes et al., 2019). No que se refere à ação, importa desenvolver estratégias que assentem em situações do quotidiano e possibilitem, simultaneamente, olhar para ‘dentro da escola’ e ‘transpor os muros da escola’.

Para Brito e Ferreira (2014), os conceitos de cidadania e de participação devem ser vistos de forma complementar, visto que a cidadania inclui a noção de participação. Uma cidadania ambiental (CA) plena depende, pois, da participação dos cidadãos em direção à sustentabilidade ambiental. Neste contexto, é fundamental uma abordagem da EA que estimule “o pensar e o agir político”, por parte dos cidadãos, em defesa do ambiente (Brito & Ferreira, 2014, p. 32). A crise ambiental que se vive requer cidadãos ambientais com capacidades e competências para atuar como agentes de mudança com vista a alcançar a sustentabilidade (Hadjichambis & Paraskeva-Hadjichambi, 2020; Monte & Reis, 2021). A atuação dos sujeitos requer uma compreensão do ambiente e uma postura crítica, sendo que os interesses não se podem limitar às necessidades individuais, exigindo uma solidariedade com a humanidade e o planeta no seu todo. A CA envolve o reconhecimento de que comportamentos orientados para o interesse-próprio do indivíduo nem sempre se coadunam com a proteção do ambiente. Neste sentido, os cidadãos ambientais são aqueles que se comprometem com o bem comum. Os cidadãos ambientais debatem, agem, protestam, exigem em público, mas também sabem que as suas ações privadas têm implicações públicas. Trata-se, então, de uma cidadania tanto da esfera pública, como da esfera privada (Dobson, 2007). A Rede Europeia de Cidadania Ambiental (ENEC)(2018) define CA como sendo um comportamento pró-ambiental responsável de cidadãos (agentes de mudança) que atuam e participam na sociedade, na esfera pública e privada. A sua atuação pode advir de ações individuais ou coletivas a nível local, nacional ou global, e visa resolver problemas ambientais atuais e evitar o surgimento de novos problemas, procurando desenvolver uma relação saudável com a natureza, para se alcançar a sustentabilidade. De acordo com estas definições, a CA é mais do que ações pró-ambientais e comportamentos individuais, requerendo também uma tomada de decisão coletiva com a finalidade de promover o bem comum.

No seu trabalho, Goldman et al. (2020) alertam que intervenções educativas assentes em propostas de CA podem gerar falsas expectativas em relação a mudanças comportamentais. É possível existir um desfasamento entre as iniciativas realizadas na escola e a ocorrência de mudanças efetivas a nível comportamental. De acordo com estes autores, dado que os comportamentos dos indivíduos dependem de diversos fatores, como a história cultural, podem exigir tempo para se efetivarem e, por

consequente, levarem a uma mudança de comportamento. Os mesmos autores defendem que práticas de CA centradas no conhecimento ambiental podem ser ineficazes. Estes programas devem apostar na ação, isto é, “dar oportunidade de vivenciar e mudar algo e se envolver emocionalmente e ver os efeitos” (Goldman et al., 2020, p. 132). Assim, estas abordagens devem proporcionar experiências positivas sobre diversas questões e comportamentos ambientais relevantes, quer a nível individual (como práticas de reciclagem ou consumo verde), quer a nível da esfera pública (por exemplo, através da participação em campanhas ambientais ou escrevendo uma carta para a autarquia). Estas ações refletem, respetivamente, o que Hodson (2014) descreve como ação direta, enquanto ação simples rapidamente alcançável, e indireta como aquela que exige um compromisso sustentado no tempo. Não obstante a relevância de ambas, as ações individuais podem ter um impacto limitado, enquanto as ações coletivas podem exercer uma pressão mais efetiva sobre o governo, sendo mais eficazes a longo prazo.

A componente interventiva da CA, que designamos no presente estudo por ativismo, é destacada por Reis (2014, 2020). Segundo este autor, as iniciativas de ativismo juvenil colocam os jovens no papel de produtores de conhecimento, em vez de simples consumidores de conhecimento. Estas práticas permitem aos “alunos exercer os seus direitos e deveres ambientais, compreender as causas estruturais dos problemas ambientais e desenvolver as competências necessárias para as enfrentar”

(Reis, 2020, p. 144). Deste modo, os alunos realizam atos de cidadania e desenvolvem práticas de investigação científica.

De acordo com Činčera e colaboradores (2020), “a maneira mais direta de desenvolver competências é a participação dos alunos em projetos da vida real” (p. 171). Os autores afirmam que estudos realizados em diversas partes do mundo relatam experiências bem-sucedidas de alunos de educação primária quando envolvidos em projetos ambientais da vida real, e que têm por objetivo desenvolver competências de ação em relação a questões locais. Uma Educação orientada para a CA oferece oportunidades para os alunos da educação primária se tornarem agentes de mudança nas comunidades em que vivem, sendo este um período fundamental para a construção de bases para o desenvolvimento de competências de CA. Não obstante o seu potencial, reconhece-se a necessidade de abordagens adequadas e de uma formação específica de professores para implementar intervenções educacionais promotoras de CA (Činčera et al., 2020). Também Acebal (2010), no estudo que realizou com estudantes universitários, destaca a relevância de uma formação inicial e contínua de educadores promotora de consciência ambiental. De acordo com Acebal et al. (2014), o desenvolvimento de determinadas competências irá permitir aos alunos atuar de forma ambientalmente consciente.

O envolvimento em atividades de aprendizagem, centrado em problemas da vida real e orientado por princípios e valores de cidadania ativa, tem sido o foco de projetos como o “We Act” e “IRRESISTIBLE” (Conceição et al., 2019; Kowasch et al., 2021; Linhares & Reis, 2017, 2020). No cerne destes projetos, está a ação coletiva (e fundamentada em dados científicos) sobre problemas ambientais e sociais,

reconhecendo alunos e professores como agentes de mudança que utilizam a ciência para resolver os problemas das suas comunidades, através da produção de novos conhecimentos. Estes projetos permitem articular a investigação científica com os problemas locais das comunidades, contextualizar o conhecimento conectando a escola ao mundo real. Para além disso, possibilitam aos futuros professores uma formação mais especializada na área e, conseqüentemente, uma familiarização com estas práticas orientadas para a ação que poderão implementar nas suas práticas letivas. Em diversos estudos, foi possível verificar que, apesar dos futuros professores não estarem familiarizados com abordagens pedagógicas orientadas para o ativismo, sempre que implementaram iniciativas deste tipo, desenvolveram diversos conhecimentos científicos, tecnológicos e didáticos (Cebrián-Robles et al., 2021; Linhares & Reis, 2017, 2020). As experiências didáticas vivenciadas permitiram compreender como podem planejar iniciativas de ativismo para proteger o ambiente, e simultaneamente, empoderar as crianças para a resolução dos problemas abordados.

A Web 2.0 como veículo de participação cívica

É sabido que as tecnologias possibilitam a descentralização e uma comunicação interativa seguindo um modelo participativo de cultura e de democracia. A comunicação dialógica bidirecional e a comunicação coletiva de "muitos para muitos" foram amplamente implementadas com o aparecimento da *Internet* e das redes sociais (Kellner & Kim, 2010, p. 4). Este contexto incrementou a possibilidade de participação individual voluntária, tornando públicas opiniões e ideias, e democratizando o conhecimento. A tecnologia nasce de um contexto social e influencia a própria sociedade em que surge. O contexto tecnológico atual envolve uma comunicação flexível e plural, bem como uma organização social mais horizontal e participativa. Contudo, a *Internet* apenas será uma aliada da democracia se os atores sociais carregarem valores democráticos assentes em movimentos emancipatórios (Candón-Mena & Benítez-Eyzaguirre, 2016). É nesta lógica democrática e participativa que Reis (2021) identifica um conjunto de desafios que se colocam atualmente no ensino das ciências. Na sua ótica, a utilização da *Web 2.0* no apoio à ação sobre problemas sociais e ambientais, é um deles. De facto, na atual era digital, as TIC assumem uma importância considerável na participação democrática das pessoas:

Ao tornar disponíveis grandes quantidades de informação, ao promover a descentralização e a diversidade, ao facilitar a interatividade e, ao mesmo tempo e não menos importante, ao fornecer um espaço comunicacional aparentemente ilimitado para quem quer que seja, a *Internet* redefiniu as premissas e o carácter do envolvimento político (Dahlgren, 2011, p. 12).

As redes sociais estão a ser cada vez mais utilizadas por diversos movimentos, tais como os movimentos ambientalistas, para recrutar membros, conseguir fundos, promover as suas causas e facilitar as atividades de campanha (Hemmi & Crowther, 2013). Portanto, as redes podem permitir que as organizações de movimentos sociais consigam mais apoiantes e estes, por sua vez, passem a ter um maior envolvimento nas

questões que envolvem a esfera pública. Para além disso, ao apoiarem e acelerarem as iniciativas e as campanhas de intervenção na comunidade, as tecnologias interativas como o *Facebook* ajudam os seus seguidores a compreender informação, mobilizar recursos, discutir ideias, organizar eventos e a captar a atenção do público. Segundo um estudo realizado por Field (2015), as redes sociais como o *Facebook*, proporcionam oportunidades aos jovens para se envolver e colaborar com outras pessoas com quem partilham interesses ou preocupações ambientais semelhantes. São espaços que se constituem como recursos para a cidadania e a aprendizagem informal sobre o ambiente. Segundo outro estudo (García-Bermúdez et al., 2015), ferramentas da *Web 2.0*, como o *Facebook*, o *Youtube* e os *blogs*, permitem a promoção do ativismo ambiental sobre questões sociocientíficas, dando oportunidade para os alunos aprenderem de forma autónoma e significativa e de alterarem o seu estilo de vida na comunidade.

Com efeito, o recurso às TIC em contexto educativo é muito importante, dando oportunidade aos alunos para atuar na era da informação (Bingimlas, 2009). Os professores têm um forte desejo de integração das TIC nas suas aulas, contudo são muitos os obstáculos com que se confrontam: a) falta de confiança que decorre do medo de falhar e da falta de conhecimentos técnicos e didáticos para integrar ferramentas informáticas na prática pedagógica; b) resistência à mudança e uma atitude negativa em relação à utilização de novas estratégias, por não compreenderem como é que as tecnologias podem beneficiar os processos de ensino e de aprendizagem; c) falta de tempo para planear aulas que envolvam a exploração páginas de *Internet* e *softwares* educativos; d) falta de formação na área; e) reduzido acesso a recursos, nomeadamente a partir de casa; f) falta de apoio técnico para superar problemas de *hardware* e *software* e garantir a manutenção dos equipamentos ao nível das escolas; e g) dificuldade em proporcionar aos alunos um ambiente de aprendizagem virtual com o devido suporte intelectual e emocional recorrendo, por exemplo, ao trabalho colaborativo e a um *feedback* regular às atividades realizadas (Bingimlas, 2009). As dificuldades na utilização das tecnologias estendem-se aos professores que iniciam a sua atividade profissional, evidenciando uma falta de preparação para a sua adequada exploração (Peralta & Costa, 2007). Logo, cabe às escolas da formação de professores capacitar os professores para usar adequadamente a tecnologia.

O aumento exponencial no acesso ao consumo e à produção de informação deu origem a uma mudança na forma como a informação é produzida, consumida, distribuída e valorizada. Atualmente, os cidadãos podem aprender, participar, partilhar e comunicar, mas existem diversas ameaças a essa liberdade, tais como a disseminação não intencional de desinformação, campanhas de desinformação ou ainda o uso indevido de informações. Por conseguinte, o foco na validade, credibilidade e confiabilidade dos *media* e das informações é urgente e global. A educação tem um papel fundamental para responder a este desafio, através da capacitação dos cidadãos com uma Literacia para os *Media* que proporcione as competências necessárias para navegar e utilizar o poder dos *media* de forma crítica e ética. Essas competências funcionam um sistema de filtragem automática passível de ser aplicado a qualquer

conteúdo dos *media*, a qualquer momento e em qualquer lugar (Jolls & Johnsen, 2018). O papel da Literacia para os *Media* é crucial na educação para o século XXI, permitindo aos cidadãos organizar de forma eficiente a informação, selecionar a informação confiável e, por conseguinte, serem consumidores sábios, produtores de conteúdo responsáveis e participantes ativos na sociedade (Jolls & Johnsen, 2018; Oliveira & Giacomazzo, 2017). Uma literacia com estas características está relacionada com uma atitude analítica, reflexiva e avaliativa das informações obtidas através das Tecnologias Digitais de Informação e Comunicação (TDIC).

As redes sociais configuram-se como um “espaço de partilha e de ação para a mudança social, capaz de mobilizar a população mais jovem” (Soares et al., 2021, p. 52) em relação a diversas causas, entre as quais as ambientais. Assinala-se ainda que não basta estarmos perante cidadãos com Literacia para os *Media*, ou seja, com capacidade para aceder, utilizar e criar conteúdos digitais, sendo também necessário terem motivação para a ação, para tirar o seu melhor partido no sentido de uma cidadania ativa. Para Kahne et al. (2013), a escola tem um papel substancial no envolvimento e na capacitação dos jovens à participação democrática, através de situações de ensino e de aprendizagem que favoreçam e despertem para essa ação na sociedade.

Método

O presente estudo de natureza qualitativa e interpretativa assumiu um *design* de estudo de caso centrado na compreensão de um fenómeno particular. Procurou compreender de que forma o envolvimento de futuros professores em propostas de trabalho assentes numa abordagem de Educação para a Cidadania Ambiental, com recurso à *Web 2.0*, pode contribuir para o desenvolvimento de competências de tomada de decisão fundamentada e de ação comunitária. Para Ponte (2006), um estudo de caso é uma investigação que se “assume como particularística, isto é, que se debruça deliberadamente sobre uma situação específica (...) procurando descobrir a que há nela de mais essencial e característico e, desse modo, contribuir para a compreensão global de um certo fenómeno de interesse” (p. 106).

O recurso a uma entrevista em profundidade, de tipo semiestruturado, no final da intervenção, procurou perceber a forma como as participantes do estudo interpretam as suas vivências (Coutinho, 2011) em relação às práticas de Cidadania Ambiental experienciadas durante as aulas (ver apêndice A). Segundo Bogdan e Biklen (2006), esta metodologia permite “recolher dados descritivos na linguagem do próprio sujeito, permitindo ao investigador desenvolver intuitivamente uma ideia sobre a maneira como os sujeitos interpretam aspetos do mundo” (p. 134). O grau de abertura da entrevista semiestruturada, assente num guião, possibilita a obtenção de dados comparáveis entre os vários sujeitos e, ao mesmo tempo, a introdução de novos tópicos que se revelem pertinentes. De acordo com Quivy e Campenhoudt (2005), uma das vantagens da entrevista é o grau de profundidade dos elementos de análise recolhidos.

Participaram no estudo 21 estudantes (todas do sexo feminino e com idades compreendidas entre os 18 e os 51 anos) que frequentavam uma unidade curricular

(UC) de Ecologia, do 1.º ano do curso de Licenciatura em Educação Básica, no ano letivo de 2019-2020. Destas, 15 aceitaram ser entrevistadas. Quando questionadas se alguma vez já tinham participado em alguma iniciativa de ativismo ambiental, 11 das futuras professoras afirmaram que não. As restantes estudantes (n=4) referiram já ter experienciado atividades deste tipo, mas no âmbito da sua atividade escolar, através da sua participação em projetos que levaram, por exemplo, à plantação de árvores, realização de caminhadas e criação de textos para partilharem com a comunidade educativa e distribuição de folhetos.

O trabalho desenvolvido no âmbito deste estudo decorreu em contexto particular de pandemia causada pelo novo coronavírus SARS-CoV-2, responsável pela doença COVID-19. Em março de 2020, foi decretado o estado de emergência em Portugal, para responder à situação excecional de saúde pública mundial e à proliferação de casos registados de contágio. O confinamento imposto esteve na origem de medidas extraordinárias nos diversos setores da sociedade, levando à adaptação das atividades letivas ao ensino a distância, nos diferentes níveis de ensino.

Os princípios éticos da presente investigação foram assegurados através de diversos procedimentos e compromissos, designadamente relacionados com o consentimento informado dos sujeitos do estudo, a sua proteção contra qualquer tipo de danos, bem como a confidencialidade e a privacidade dos dados. A questão do anonimato dos participantes foi salvaguardada através da proteção da sua identidade (Bogdan & Biklen, 2006; Gray, 2012) recorrendo a uma codificação que consistiu em atribuir a letra “E” por se tratar de excertos da entrevista realizada associada a um número (1,2,3), de acordo com a ordem pela qual as transcrições das entrevistas foram analisadas (por exemplo, E1, E4, E8).

A análise de conteúdo realizada permitiu tratar de forma metódica os testemunhos apresentados pelas futuras professoras com um certo grau de profundidade e complexidade (Quivy & Campenhoudt, 2005). Esta técnica permite avaliar de forma sistemática os dados de um texto de forma a identificar regularidades e padrões que permitem criar as categorias de codificação. As categorias constituem um meio de classificar os dados descritivos recolhidos (Bardin, 2009; Coutinho, 2011).

Os dados foram organizados em função das categorias emergentes da análise de conteúdo realizada às transcrições das entrevistas semiestruturadas. O sistema de categorias foi elaborado *a posteriori*, emergindo com os dados.

Abordagem didática

A abordagem didática realizada seguiu o modelo de Educação para a Cidadania Ambiental proposto por Hadjichambis e Paraskeva-Hadjichambis (2020) (Quadro 1). Para a sua exploração, a turma foi organizada em grupos de trabalho formados entre 3 a 5 elementos. As estudantes tiveram a liberdade de escolher os elementos do seu grupo, bem como a problemática ambiental atual sobre a qual iriam trabalhar.

Quadro 1

Etapas do modelo de Educação para a Cidadania Ambiental.

Etapas	Caracterização geral
I. Atividade investigativa (<i>Inquiry</i>)	Recolha e análise de dados relativos ao problema ambiental através de pesquisas em diferentes fontes de informação: causas estruturais (p.e, leis ambientais ou procedimentos ineficazes de proteção da natureza), situações de injustiça inter e intrageracionais (identificar situações de acumulação de riqueza para alguns empreendedores -injustiça intrageracional- ou privar as gerações futuras de alguns serviços ecossistêmicos -injustiça intergeracional-), valores defendidos por cada <i>stakeholder</i> . Estes dados são importantes para centrar a argumentação em evidências científicas que cada grupo apresenta à turma.
II. Planear ações	Planeamento de ações individuais e coletivas nas esferas pública e privada. Cada grupo de trabalho elabora um mapa da controvérsia - argumentos positivos e negativos, as inter-relações das partes interessadas e os valores envolvidos (<i>stakeholders</i> – p.e. ambientalistas, estudantes, presidente da Câmara, responsável empresa, etc.).
III. Participação cívica	Envolve tomada de decisão tendo em vista a proposta de soluções alternativas e a realização de ações na comunidade - ações individuais e coletivas. Cada grupo de trabalho participou num fórum do <i>Moodle</i> para partilha e discussão de opiniões fundamentadas no âmbito das problemáticas ambientais em estudo.
IV. Trabalho em rede	Organização de redes locais/nacionais: criação e dinamização de uma página do <i>Facebook</i> , para influenciar e incentivar a comunidade a perceber a importância do problema e a modificar comportamentos.
V. Ação sustentada	Dinamização, ao longo de algumas semanas, da página do <i>Facebook</i> – como forma de apoiar e melhorar a iniciativa de ativismo assumida, beneficiando os internautas de mais oportunidades para aprofundar os seus conhecimentos e de partilhar ideias.
VI. Avaliação	Avaliação pelas estudantes da abordagem pedagógica realizada através de um questionário de avaliação. Todos os produtos elaborados pelos grupos de trabalho foram avaliados ao longo das diversas etapas (apresentação etapa I, mapa da controvérsia, póster com as soluções alternativas, fórum de discussão e página do <i>Facebook</i>).

A exploração, de acordo com este modelo, das problemáticas ambientais selecionadas por cada grupo (construção do aeroporto do Montijo, exploração do lítio,

incêndios florestais, desaparecimento das abelhas, desperdício alimentar), permitiu responder a diversos objetivos de aprendizagem da UC, designadamente:

- Analisar e discutir dos principais problemas ambientais do nosso planeta;
- Compreender as interações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente;
- Incorporar e difundir os valores do Desenvolvimento Sustentável, assim como da informação e educação para o Desenvolvimento Sustentável;
- Promover uma cultura de cidadania e de participação cívica ativa e estimular práticas que promovam o Desenvolvimento Sustentável;
- Promover a capacidade de pensar de forma científica;
- Promover capacidades de pensamento crítico, de tomada de decisões e de pensamento criativo imprescindíveis à identificação, análise e resolução de problemas ecológicos;
- Mobilizar conhecimentos e de formas de pensamento científica para objetivos individuais e coletivos.

A abordagem das problemáticas ambientais foi feita partindo de uma investigação em torno das causas, consequências, medidas de mitigação e *stakeholders* envolvidos que, pela sua análise e discussão, visava promover as capacidades de pensar de forma científica e de tomar decisões para resolver problemas ambientais. Foram desenvolvidas estratégias e formas de participação em prol do ambiente para incorporar e difundir valores do Desenvolvimento Sustentável e promover uma cultura de cidadania que, neste estudo, assumiu o formato de uma iniciativa de ativismo através da rede social *Facebook*. Cada grupo construiu e dinamizou uma página do *Facebook* (pelo menos durante 6 semanas) centrada na problemática ambiental escolhida (Quadro 2).

Quadro 2

Links de acesso às páginas do Facebook criadas pelos grupos de trabalho.

Etapa ECA	Links de acesso às páginas do Facebook
Trabalho em rede	Aeroporto do Montijo sim ou não? Eis a questão - https://www.facebook.com/Aeroporto-do-Montijo-sim-ou-n%C3%A3o-Eis-a-quest%C3%A3o-109167177391399
	Corrida ao Lítio: Porquê? É problemático? - https://www.facebook.com/corridaaolitio/?modal=admin_todo_tour
	Incêndios nas Florestas um problema em análise - https://www.facebook.com/Inc%C3%AAndios-nas-Florestas-um-problema-em-an%C3%A1lise-104362467879806
	Salvar as abelhas - https://www.facebook.com/Salvar-as-Abelhas-101169971537251
	Desperdício alimentar: Será que podemos mudar esta realidade? - https://www.facebook.com/Desperd%C3%ADcio-Alimentar-Ser%C3%A1-que-podemos-mudar-esta-realidade-104422487873922/

Resultados e Discussão

Aprendizagens realizadas pelas futuras professoras através de práticas de Cidadania Ambiental

O Quadro 3 apresenta as aprendizagens que as futuras professoras consideram ter realizado através das atividades de Cidadania Ambiental.

Quadro 3

Aprendizagens realizadas com as atividades de Cidadania Ambiental

Categories	Subcategorias	N (Total de respostas)
Conhecimento científico	Compreensão do problema	8
	Inter-relações CTSA	7
Atitude pró-ambiental		7
Pensamento Crítico		4
Participação cívica	Esfera privada	2
	Esfera pública	1
Trabalho colaborativo		1

As aprendizagens referidas pelas participantes enquadram-se no conjunto de competências também identificadas em investigações anteriores realizadas com futuros professores e centradas em iniciativas de ativismo ambiental (Linhares & Reis, 2017, 2020). Todas as participantes do estudo consideraram ter construído conhecimento científico relativo aos problemas ambientais trabalhados de acordo com a abordagem de Educação para a Cidadania Ambiental. Esta categoria foi organizada em duas subcategorias: compreensão do problema (N=8) e inter-relações Ciência-Tecnologia-Sociedade-Ambiente (CTSA) (N=7). De acordo com as entrevistadas, o trabalho desenvolvido possibilitou compreender de forma mais profunda as problemáticas ambientais em estudo, designadamente ao nível das causas, consequências e medidas de minimização:

Quando decidimos falar na construção do aeroporto nunca pensámos que iria trazer tantos problemas a nível ambiental e que fosse uma problemática tão grave. (E5) [problemática – construção do aeroporto do Montijo]

Não tinha ideia dos impactos ambientais em termos químicos. Tinha ideia em termos físicos. Não tinha noção que pudesse contaminar, por exemplo, os lençóis freáticos e que prejudicasse futuras plantações. (E14) [problemática – exploração do Lítio]

No que diz respeito à problemática relacionada com o desaparecimento das

abelhas, o grupo evidenciou compreender as relações de interdependência que se estabelecem nos ecossistemas, reconhecendo que a sobrevivência dos seres humanos depende da existência das abelhas. Esta constatação levou as futuras professoras a valorizar estes insetos e a atribuir-lhe importância, considerando que todos os cidadãos deveriam ter conhecimento deste problema ambiental.

Consegui perceber que elas [abelhas] não são simples seres vivos, têm uma função a desempenhar no ecossistema. O que mais me sensibilizou foi o facto de saber que a partir do momento em que elas desaparecerem, a nossa probabilidade de sobreviver é baixíssima. (E2) [problemática – desaparecimento das abelhas]

As inter-relações CTSA foram também explicitadas por alguns dos elementos dos grupos de trabalho, enfatizando-se as inter-relações entre deferentes grupos sociais e o ambiente. As entrevistadas referiram a influência que os interesses de determinados indivíduos ou setores da sociedade exercem sobre problemas ambientais, quer seja em relação aos incêndios florestais, à exploração do lítio, à construção do aeroporto do Montijo ou ainda ao desperdício alimentar.

Conseguimos conhecer muitas causas dos incêndios e os interesses que estão por detrás desse problema. E os intervenientes neste problema, quer as empresas de aluguer de helicópteros, quer os proprietários dos terrenos, até mesmo a comunicação social. (E13) [problemática – florestas e incêndios]

É preciso um novo aeroporto para haver mais tráfego aéreo e mais turistas a circular para ajudar a economia. Contudo, existem consequências graves como o abate de árvores, nomeadamente de sobreiros. E a própria população seria afetada devido ao barulho, primeiro das obras de construção e, depois, dos próprios aviões. (E5) [problemática – construção do aeroporto do Montijo]

O trabalho desenvolvido parece ter contribuído para a Ciência e a Tecnologia se evidenciarem como atividades humanas com implicações sociais e ambientais, permitindo a exploração dos aspetos políticos, éticos, económicos e sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, assim como a compreensão da necessidade de um controlo social, através do envolvimento dos cidadãos na tomada de decisões sobre estas questões, como deve acontecer numa sociedade democrática (Vieira et al., 2011).

O desenvolvimento de uma atitude pró-ambiental foi outra aprendizagem bastante referida pelas futuras professoras:

O essencial é que comecemos a adotar medidas para diminuir essa problemática, que pode ser prejudicial à nossa natureza. Ao fazermos isso podemos estar a ajudar de forma a minimizar. (E11) [problemática – desperdício alimentar]

Sim eu acho que é importante estarmos conscientes dos problemas ambientais que nos rodeiam (...). É importante sabermos como prevenir. (E13) [problemática – florestas e incêndios]

As situações de aprendizagem vivenciadas favoreceram ainda a promoção do pensamento crítico das participantes que foram capazes de confrontar diferentes interpretações científicas e avaliar criticamente os argumentos apresentados por determinados indivíduos ou grupos para justificar determinados acontecimentos e/ou

comportamentos. Esta competência manifestou-se quando as futuras professoras avaliaram a informação de que dispunham, tendo em vista a tomada de decisões que pudessem contribuir para a resolução dos problemas em análise. Em concreto, estas tomadas de decisão podem refletir-se na adoção de comportamentos mais amigos do ambiente, como um melhor aproveitamento das sobras para compor novas refeições:

Conseguí refletir sobre alguns comportamentos, como deitar comida fora. Falava muitas vezes com a minha mãe sobre o que poderíamos fazer, o que poderíamos reaproveitar e às vezes até ver receitas que pudesse fazer com os restos. Conseguí mais autoavaliar as coisas que fazia. (E12) [problemática – desperdício alimentar]

A categoria “participação cívica” foi organizada nas subcategorias ‘esfera privada’ (N=2) e ‘esfera pública’ (N=1). As referências consideradas na esfera privada remetem para uma dimensão na qual as participantes têm livre-arbítrio sobre as suas ações e estas ocorrem ao nível familiar e pessoal:

Eu considero que aprendi diversas coisas. Entre elas que em casa posso aproveitar alimentos. Em casa, posso eu própria evitar alguns erros para minimizar esta problemática. (E10) [problemática - desperdício alimentar]

Neste exemplo, verifica-se que a respondente perspetiva atuar em relação ao problema em análise evitando erros que cometia através da adoção de outro tipo de comportamento em casa, nomeadamente através de um melhor aproveitamento dos alimentos. Em relação à esfera pública, a subcategoria contempla uma dimensão orientada para a sociedade, na qual se inclui a participação em organizações não governamentais, como associações ambientais, com o objetivo de influenciar as decisões do sistema político, por exemplo:

(...) se nos juntarmos em associações ou a grupos que já existam, podemos fazer a diferença. Podemos fazer a diferença se nos juntarmos a alguém. Eu ao início tinha aquele ponto de vista de “eu sozinha, o que poderei fazer? Nada!” e com este trabalho percebi que (...) juntando-me a grupos que já existam, podemos fazer toda a diferença. (E6) [problemática – construção do aeroporto do Montijo]

Uma entrevistada destacou também o trabalho colaborativo que foi possível realizar nestas atividades de CA e as capacidades de relação interpessoal que o grupo desenvolveu:

Provavelmente, a empatia a interação que desenvolvi com os meus colegas, porque estamos numa fase que não nos conhecemos muito bem e isso até ajudou. Gostei muito de trabalhar com eles e acabei por desenvolver essas competências. (E9) [problemática – florestas e incêndios]

Capacitação para dinamizar uma iniciativa de ativismo na comunidade

No que se refere à capacidade para realizar uma iniciativa de ativismo na comunidade, as opiniões das futuras professoras dividem-se. Mais de metade das participantes (N=8) não tinha a certeza quanto à sua capacitação para promover ações deste género, pelo facto de terem pouca prática na sua realização. Consideraram que necessitariam de mais experiências didáticas desta natureza para, posteriormente, conseguirem, por sua vez, planear e implementar práticas pedagógicas interventivas

baseadas no modelo de ECA.

Talvez por nunca termos tido nada deste género, não estejamos tão à vontade para tal. (E15) [problemática – exploração do Lítio]

Com base apenas nesta, creio que não me sinto capacitada. Mas se continuássemos a fazer mais atividades destas, creio que futuramente sim, porque não é um modelo assim tão complicado. (E1) [problemática – desaparecimento das abelhas]

Não obstante estas situações de insegurança, para sete das futuras professoras, a experiência vivenciada terá sido suficiente para se sentirem capacitadas para a realização de ações na comunidade. Explicam que o conseguiriam pelo facto de todas as etapas do modelo de ECA terem sido bem exploradas.

Eu acho que sim. As etapas foram todas muito bem exploradas e ao ter esse conhecimento irei conseguir fazê-lo também no futuro a nível profissional. (E13) [problemática – florestas e incêndios]

Na opinião de várias participantes (N=8), qualquer iniciativa de ativismo na comunidade requer um conhecimento profundo da problemática ambiental de forma a poderem tomar decisões bem fundamentadas e a adotarem comportamentos mais sustentáveis – “Ajudou a ter conhecimento da promoção de várias atividades, para dar a conhecer aos outros as problemáticas e para sensibilizar” (E13). Um terço das participantes entrevistadas (N=5) considerou que estas ações devem ser coletivas de forma a aumentar o seu impacto social – “Em grupo as nossas iniciativas têm um maior impacto” (E12) [problemática – desperdício alimentar]; “A união faz a força” (E2) [problemática – desaparecimento das abelhas].

Relativamente à rede social *Facebook*, todas participantes consideram que esta rede social tem um papel relevante ao nível da participação cívica. Segundo as entrevistadas, o *Facebook* permite divulgar informação de uma forma mais alargada à comunidade, por estar acessível a todas as pessoas, funcionando ainda como um meio de interação e partilha de ideias. Deste modo, pode ser utilizado para sensibilizar, discutir temas sociocientíficos e socioambientais e para intervir na sociedade:

Sim, conseguimos chegar a mais pessoas, porque se nós tivéssemos feito numa cartolina, estaria muito mais direcionado só para as pessoas que estão na nossa escola e não estaria numa página aberta, onde toda a gente consegue ver, onde quer que esteja e consegue sempre voltar lá para ver alguma coisa. (...) (E1) [problemática – desaparecimento das abelhas]

Através do *Facebook*. Intervimos na sociedade, soubemos a opinião de algumas pessoas. (E8) [problemática – construção do aeroporto do Montijo]

[A página do *Facebook* permite] sensibilizar não só a nós, mas aos outros. (E5) [problemática – construção do aeroporto do Montijo]

Apesar de todas as futuras professoras reconhecerem o potencial da rede social *Facebook* como recurso adequado para promover uma forma de intervenção na comunidade, duas participantes sugeriram a utilização de outras redes sociais, tais como o *Youtube*, o *Instagram* ou a criação de um *blogue*. Na sua opinião, o recurso a estas redes poderia permitir alcançar outras faixas etárias e, conseqüentemente, mais

indivíduos, nomeadamente, jovens, dado que atualmente são as redes sociais mais utilizadas por estes:

Hoje em dia estamos muito ligados às redes sociais, seja *Facebook*, ou o *Youtube*, acho que esta plataforma também seria um bom método, ou até mesmo o próprio *Instagram* (...) (E2) [problemática – desaparecimento das abelhas]

Nós, por exemplo, utilizamos o *Facebook*, mas poderíamos ter criado outro tipo de recurso. Podíamos criar uma página de *blogue*, ou assim, penso que também seria interessante. (E15) [problemática – exploração do Lítio]

Tal como apontam os estudos realizados por Bingimlas (2009), Field (2015), Hemmi e Crowther (2013) e Kahne et al. (2013), a rede social *Facebook* assumiu-se como um meio para as futuras professoras se envolverem em problemas da sociedade e participarem de forma democrática. De facto, verificou-se que esta rede social deu oportunidade aos seus seguidores para se envolverem e colaborarem com outras pessoas com quem partilharam interesses ou preocupações ambientais semelhantes. Portanto, reconhece-se o potencial que esta ferramenta digital tem enquanto espaço de partilha e ação para a mudança social, como defende Soares et al. (2021). Não obstante o seu potencial, é de suma importância que os seus utilizadores e dinamizadores desenvolvam uma literacia para os *Media* que lhes permita mobilizar as competências necessárias para analisar, refletir e avaliar as informações obtidas nos media (Joll & Johnsen, 2018; Oliveira & Giacomazzo, 2017).

No âmbito das iniciativas de ativismo, uma das futuras professoras valoriza ainda a promoção de uma atitude pró-ambiental “ensinar as crianças desde cedo o porquê da reciclagem, o porquê de preservar o meio ambiente” (E3), remetendo para a importância de trabalhar temas relacionados com o ambiente desde os níveis de escolaridade mais baixos. Para além disso, a comunicação foi considerada muito relevante para qualquer ação na comunidade.

Conclusão

Atendendo aos desafios ambientais existentes à escala local e global, torna-se premente proporcionar situações de ensino e de aprendizagem que permitam desenvolver as competências dos futuros professores para a ação e transformação da sociedade, tal como preconizado em diversos documentos, a nível nacional e internacional. A vivência de práticas pedagógicas orientadas por estes princípios visa desenvolver as competências necessárias nestes profissionais para poderem, por sua vez, desenvolvê-las nos seus alunos, perspetivando-se um duplo efeito com impacto tanto na sua formação como cidadãos, bem como no seu desenvolvimento profissional – ao nível do seu conhecimento didático.

Os dados obtidos neste estudo indicam que as futuras professoras da formação inicial de professores de Educação Básica desenvolveram diversas competências relacionadas com a tomada de decisões (baseada em dados científicos) e a participação ativa na resolução de problemas da comunidade. Diversos conhecimentos científicos foram sendo desenvolvidos ao longo das diversas etapas da abordagem didática vivenciada. Esses conhecimentos permitiram uma compreensão mais profunda das

problemáticas ambientais trabalhadas, nomeadamente da influência que a ciência e a tecnologia têm ao nível da sociedade e do ambiente. Analisar problemas reais contribuiu para uma compreensão das relações CTSA. A tomada de consciência despertou para a responsabilização das participantes face aos problemas em análise, levando-as também a considerar que todos os indivíduos devem mudar de atitudes e comportamentos, agindo em prol do ambiente. Evidenciaram ainda ser capazes de refletir e confrontar diferentes perspetivas, relacionar evidências e explicações para tomar decisões conscientes e de forma responsável (pensamento crítico).

A participação cívica, na esfera privada e pública, é um comportamento pró-ambiental evidenciado por mais de metade das respondentes quando questionadas quanto à sua capacitação para a ação. A falta de projeção das futuras professoras, em relação à sua capacidade para intervir na comunidade, é explicada pela necessidade de experienciarem mais situações de ensino e de aprendizagem desta natureza, para o conseguir fazer. O trabalho colaborativo é também evidenciado como importante para desenvolver ações na comunidade. O sentimento de segurança manifestado por muitas das futuras professoras para realizar ações na comunidade decorre da forma como o modelo de ECA se organiza – em diferentes etapas, que ajudam à sua compreensão e exploração posterior, na sua futura prática profissional.

Em particular no que respeita às redes sociais, como o *Facebook*, os dados obtidos permitem concluir que esta ferramenta pode funcionar como um espaço público virtual para debater ideias, partilhar conhecimentos e participar ativamente nos problemas ambientais que afetam a sociedade. Portanto, trata-se de um recurso que permite incrementar a participação cívica e ampliar o seu horizonte de atuação nas sociedades democráticas, tanto em situação de pandemia como em situação normal.

O presente estudo indica que práticas de Cidadania Ambiental contribuem para preparar os jovens para o futuro, dotando-os de competências necessárias para se assumirem como agentes de mudança, capazes de terem “um impacto positivo no ambiente que os rodeia, influenciar o futuro, compreender as intenções, as ações e opiniões dos outros, e poderem antecipar as consequências a curto prazo dos seus comportamentos” (OECD, 2018, p. 6).

Referências

- Acebal, M. C. (2010). *Conciencia ambiental y formación de maestras y maestros*. [Tesis Doctoral, Universidad de Málaga]. Repositório Institucional da Universidade de Málaga. <https://riuma.uma.es/xmlui/handle/10630/4579>
- Acebal, M. C., Brero, V., & Sampietro, M. C. (2014). Evolución de las propuestas didácticas de educadores ambientales en formación como muestra de su compromiso ambiental. In C. Fernández (Coord.), *Fórmulas renovadas para la docencia superior* (pp 41-62). ACCI.
- Agência Europeia do Ambiente [AEA] (2019). *O ambiente na Europa: Estado e perspetivas 2020 - Sumário executivo*. Luxemburgo: Serviço das Publicações da União Europeia.
- Agência Portuguesa do Ambiente [APA] (2017). *Estratégia Nacional de Educação*

Ambiental 2020. Lisboa: Autor.

- Amat-González, A., Martínez-Chico, M., & Jiménez-Liso, M. R. (2022). Formación de maestras por implementación de secuencias en su propio contexto: red sistémica para el análisis de las entrevistas pre-post a las maestras. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1).
- Bardin, L. (2009). *Análise de conteúdo*. Edições 70.
- Bingimlas, K. A. (2009). Barriers to the successful Integration of ICT in Teaching and Learning Environments: A Review of the Literature. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 5(3), 235-245.
- Bogdan, R., & Biklen, S. (2006). *Investigação qualitativa em Educação*. Porto Editora.
- Brito, F. A. A., & Ferreira, M. F. A. (2014). Breves considerações acerca do conceito de cidadania ambiental: uma proposta de compreensão arendt-moriniana. *Cadernos de Ciências Sociais Aplicadas*, Vitória da Conquista-BA, 17, 11-36.
- Candón-Mena, J., & Benítez-Eyzaguirre, I. (ed.) (2016). *Activismo digital y nuevos modos de ciudadanía: una mirada global*. Bellaterra: Institut de la Comunicació.
- Cebrián-Robles, D., España-Ramos, E., & Reis, P. (2021): Introducing preservice primary teachers to socioscientific activism through the analysis and discussion of videos. *International Journal of Science Education*, 43(15), 2457-2478. <https://doi.org/10.1080/09500693.2021.1969060>
- Činčera, J., Romero-Ariza M., Zabic, M., Kalaitzidaki, M., & Bedmar, M. C. D. (2020). Environmental Citizenship in Primary Formal Education. In A. C. Hadjichambis, P. Reis, D. Paraskeva-Hadjichambi, Činčera, J., Boeve-de Pauw, N., Gericke, & M-C, Knippels (Eds), *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education* (pp.163-177). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1_11
- Conceição, T., Baptista, M., & Reis, P. (2019). La contaminación de los recursos hídricos como punto de partida para el activismo socio-científico. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1502. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1502
- Coutinho, C. P. (2011). *Metodologia de Investigação em Ciências Sociais e Humanas: Teoria e Prática*. Almedina.
- Dahlgren, P. (2011). As culturas cívicas e a internet: para uma contextualização da participação política. *Media & Jornalismo*, 10(18), 11-30.
- Dobson, A. (2007). Environmental Citizenship: Towards Sustainable Development. *Sustainable Development*, 15, 276-285. <https://doi.org/10.1002/sd.344>
- European Network for Environmental Citizenship—ENEC (2018). *Defining Environmental Citizenship*. <http://enec-cost.eu/our-approach/enec-environmental-citizenship/>
- Eurydice (2015). The Teaching Profession in Europe: Practices, Perceptions and Policies. Eurydice Report. Publications Office of the EU.
- Field, E. (2015). Facebook: An Affinity Space for Young People's Environmental Learning and Action. *Etropic*, 14(1), 72-83.
- García-Bermúdez, S., Reis, P., & Vázquez-Bernal, B. (2015). Questiones ambientales en estudiantes de básica secundaria a través de las herramientas web 2.0. *Da Investigação às Práticas*, 7(2), 34 - 53.

- Goldman, D., Hansmann, R., Činčera, J., Radović, V., Telešienė, A., Balžekienė, A., y Vávra, J. (2020). Education for environmental citizenship and responsible environmental behavior. In A., Hadjichambis, P., Reis, D., Paraskeva-Hadjichambi, J., Činčera, J., Boeve-de Pauw, N., Gericke, & M-C, Knippels (Eds.), *Conceptualizing environmental citizenship for 21st century education* (pp. 115-137). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1_8
- Gray, D. (2012). *Pesquisa no Mundo Real* (2.ªed.). Artmed Editora.
- Guerrero-Fernández, A., Rodríguez-Marin, F., Solís-Ramírez, E., & Rivero-García, A. (2022). Alfabetización ambiental de los futuros docentes de EI y EP: conocimientos, actitudes y comportamientos mediante el Cuestionario de Dimensiones Ambientales. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1).
- Hadjichambis, A. Ch., & Paraskeva-Hadjichambi, D. (2020). Education for Environmental Citizenship: The Pedagogical Approach. In A., Hadjichambis, P., Reis, D., Paraskeva-Hadjichambi, J., Činčera, J., Boeve-de Pauw, N., Gericke, & M-C, Knippels (Eds.), *Conceptualizing environmental citizenship for 21st century education* (pp.237-261). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1_15
- Hadjichambis, A. Ch., Reis, P., Paraskeva-Hadjichambi, D., Činčera, J., Pauw, J. B., Gericke, N., & Knippels, M.-C. (Eds.) (2020). *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education*. Springer. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1>
- Hemmi, A., & Crowther, J. (2013). Learning environmental activism through social networking sites? *The Journal of Contemporary Community Education Practice Theory* [CONCEPT], 4(1), 1-7.
- Hodson, D. (2014). Becoming Part of the Solution: Learning about Activism, Learning through Activism, Learning from Activism. In J. Bencze & S. Alsop (Eds.), *Activist Science and Technology Education* (pp. 67-98). Springer Netherlands. https://doi.org/10.1007/978-94-007-4360-1_5
- Jolls, T., & Johnsen, M. (2018). Media Literacy: A Foundational Skill for Democracy in the 21st Century. *Hastings Law Journal*, 69, 1379-1408.
- Kahne, J., Lee, N.-J., & Feezell, J. T. (2013). The Civic and Political Significance of Online Participatory Cultures among Youth Transitioning to Adulthood. *Journal of Information Technology & Politics*, 10,1-20.
- Kellner, D., & Kim, G. (2010). YouTube, critical pedagogy, and media activism. *The Review of Education, Pedagogy, and Cultural Studies*, New York, 32(1),3-36. <https://doi.org/10.1080/10714410903482658>
- Kowasch, M., Cruz, J., Reis, P., Gericke, N., & Kicker, K. (2021). Climate Youth Activism Initiatives: Motivations and Aims, and the Potential to Integrate Climate Activism into ESD and Transformative Learning. *Sustainability*, 13, 11581. <https://doi.org/10.3390/su132111581>
- Linhares, E., & Reis, P. (2017). Interactive exhibition on climate geoengineering: empowering future teachers for sociopolitical action. *Sisyphus – Journal of Education*, 5(3), 85-106. <https://doi.org/10.25749/sis.13203>
- Linhares, E., & Reis, P. (2020). Initiatives d'activisme en formation initiale de professeurs : préparer à l'action et à la transformation. *Recherches en Didactique*

- des Sciences et des Technologie* [RDST], 21, 193-209.
<https://doi.org/10.4000/rdst.3208>
- Menezes, I., Reis, P., & Resende, A. (2019). *Recomendação sobre Educação Ambiental*. Lisboa: Conselho Nacional de Educação.
- Monte, T., & Reis, P. (2021). Design of a Pedagogical Model of Education for Environmental Citizenship in Primary Education. *Sustainability*, 13(11), 6000.
<https://doi.org/10.3390/su13116000>
- OECD (2018). *Le Futur de l'éducation et des compétences*. Projet Éducation 2030 de l'OCDE. Paris : Direction de l'éducation et des compétences de l'OCDE.
- Oliveira, M. M., & Giacomazzo, G. F. (2017). Educação e cidadania: perspectivas da literacia digital crítica. *EccoS – Revista Científica*, 43, 153-174.
- Peralta, H., & Costa F. A. (2007). Teacher's Competence and Confidence regarding the use of ICT. *Sísifo – Educational Sciences Journal*, 3, 75-84.
- Ponte, J. P. (2006). Ponte, J. P. (2006). Estudos de caso em educação matemática. *Bolema*, 25, 105-132.
- Quivy, R., & Campenhoudt, L. (2005). *Manual de Investigação em Ciências Sociais*. Gradiva.
- Reis P. (2014). Acción socio-política sobre cuestiones socio-científicas: reconstruyendo la formación docente y el currículo. *Uni-Pluri/versidad*, 14(2), 16-26.
<http://dx.doi.org/10.13140/2.1.5012.0324>
- Reis, P. (2020). Environmental Citizenship and Youth Activism. In A. C. Hadjichambis, A.C., P. Reis, & D. Paraskeva-Hadjichambi (Eds), *Conceptualizing Environmental Citizenship for 21st Century Education* (pp. 139–148). Springer. ISBN 978-3-030-20249-1. https://doi.org/10.1007/978-3-030-20249-1_9
- Reis, P. (2021). Desafios à Educação em Ciências em Tempos Conturbados. *Ciência & Educação*, 27, e21000, 1-9. <https://doi.org/10.1590/1516-731320210000>
- Soares, R., Ferreira, P., & Malafaia, C. (2021). Perfis de envolvimento cívico e político juvenil nas redes sociais: explorando atitudes e comportamentos. *Configurações*, 27, 39-55.
- United Nations (2015). *Transforming our World: The 2030 Agenda for Sustainable Development*.
<https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld/publication>
- UNESCO (2020). *Education for Sustainable Development: A Roadmap*. Education 2030. Autor.
- Vieira, R. M., Tenreiro-Vieira, C., & Martins, I. P. (2011). *A Educação em Ciências com Orientação CTS*. Atividades para o ensino básico. Areal Editores.

Apêndice A

Questões da entrevista semiestruturada

Caracterização pessoal

1. Pode dizer-me qual a sua idade?
2. Qual o curso frequentado no ensino secundário?
3. Quais os domínios/áreas preferidas?
4. Já participou em alguma iniciativa de ativismo ambiental? Em caso afirmativo, pode descrever em que consistiu? Explique o que a levou a envolver-se nessa iniciativa?

Aprendizagens realizadas no âmbito das problemáticas ambientais estudadas

1. O que aprendeu acerca da problemática ambiental que teve oportunidade de trabalhar com o seu grupo?
2. Considera esse tema importante para a sua vida diária? Porquê?
3. O que entende por educação para a cidadania ambiental?
4. De que forma uma abordagem com estas características pode contribuir para uma compreensão do problema e, simultaneamente, a formação de cidadãos capazes de desenvolver ações individuais e coletivas com vista à resolução destes problemas?

Modelo de Educação Para a Cidadania Ambiental (ECA)

1. Se lhe pedissem para caracterizar o modelo de ECA que vivenciou durante as aulas, como o caracterizaria e porquê?
 - 1.1. Já tinha ouvido falar neste modelo?
2. Como avalia as diversas propostas de trabalho que foram sendo apresentadas para as diversas etapas do modelo?
3. Quais as dificuldades sentidas durante as várias etapas que integram o modelo?
4. O que alteraria neste modelo ou na forma como foi trabalhado nas aulas?
5. Que papel considera que os recursos digitais tiveram para a consecução deste trabalho? Pode dar alguns exemplos concretos de utilização?
6. O que considera serem as potencialidades deste modelo?
7. Considera este modelo exequível em contexto escolar?

Dimensão do Ativismo

1. Quanto à página do Facebook que o grupo criou, que papel poderá ter e por que razão se fez esta proposta de trabalho?
2. Alguma vez encontrou iniciativas semelhantes no Facebook? Em caso de resposta afirmativa, pode dar alguns exemplos? Qual a sua reação perante essas iniciativas?
3. Sente-se mais capaz de levar a cabo uma ação de sensibilização e educação de outras pessoas, depois de ter passado por estas experiências de trabalho? Porquê?
4. O que poderia ter sido feito de forma diferente, para garantir uma maior eficácia no que respeita à sensibilização e educação das outras pessoas relativamente ao tema?
5. Considera que como estudante e cidadã tem capacidade de contribuir para ajudar a mudar a sociedade e a resolver alguns dos seus problemas, através deste tipo de iniciativas? Porquê?
6. De que forma a exploração deste modelo favorece o desenvolvimento de competências nos cidadãos para atuar e participar na sociedade? Pode explicar a sua resposta?

Abordagem Didática e sua relação com a formação profissional

1. Quais as competências pessoais e profissionais que considera ter desenvolvido com a realização deste trabalho (Modelo de ECA)?
2. Considera que esta abordagem de ECA poderá ser utilizada na sua futura prática profissional? Porquê?
3. Quais as vantagens e desvantagens que atribui a esta metodologia de ensino-aprendizagem?
4. Como procederia para trabalhar algum conteúdo de acordo com esta abordagem em sala de aula/com as crianças?
5. A experiência de ensino proporcionada terá sido suficiente para conseguir conceber, implementar e avaliar atividades baseadas no modelo ECA? Justifique a sua resposta.
6. Quais as características que considera fundamentais estarem presentes para que este modelo ECA possa ser bem implementado?
7. Que contributo poderá ter esta abordagem na formação das crianças/alunos?

Avaliação - balanço global

1. Qual o balanço que faz deste modelo?

Cinco problemas en la formación de maestros y maestras para enseñar ciencias en Educación Primaria

Antonio DE PRO BUENO
Carlos DE PRO CHEREGUINI
José CANTÓ DOMÉNECH

Datos de contacto:

Antonio de Pro Bueno
Universidad de Murcia
nono@um.es

Carlos de Pro Chereguini
Universidad de Murcia
cpro@um.es

José Cantó Doménech
Universidad de Valencia
jose.canto@uv.es

Recibido: 08/12/2021
Aceptado: 29/03/2022

RESUMEN

El objetivo de este trabajo es identificar algunos problemas relevantes que tenemos en la formación inicial de maestros y maestras (FIM) en el ámbito de la enseñanza de las Ciencias y reflexionar sobre ellos. Se definen variables internas de los futuros docentes (conocimientos, experiencias, características) y se señalan factores externos (currículum, planes de estudios, consideraciones sociales); todos ellos, desde nuestra perspectiva, inciden en la labor profesional que realiza el profesorado de esta etapa educativa. Se analizan algunas de las aportaciones realizadas en la investigación e innovación recogidas en las revistas más relevantes del área de Didáctica de las Ciencias Experimentales (DCE), desde la aprobación del Grado de Educación Primaria. A partir de dichas contribuciones, identificamos cinco problemas en la FIM: los conocimientos científicos, los conocimientos didácticos, la experiencia profesional, las características personales y las creencias educativas. En cada problema, se describe y se proponen acciones específicas que creemos que deberían estar presentes de cara al cambio curricular anunciado.

PALABRAS CLAVE: formación inicial; profesorado; educación primaria; enseñanza de las ciencias; desarrollo profesional docente.

Five problems in training teachers to teach science in Primary Education

ABSTRACT

The objective of this work is to identify some relevant problems that we have in the initial training of teachers (FIM) in the field of Science teaching and reflect on them. Internal variables of future teachers are defined (knowledge, experiences, characteristics) and external factors are pointed out (curriculum, study plans, social considerations); all of them, from our perspective, affect the professional work carried out by teachers at this educational stage. Some of the contributions made in research and innovation collected in the most relevant journals in the area of Didactics of Experimental Sciences (DCE), since the approval of the Primary Education Degree, are analyzed. Based on these contributions, we identified five problems in the FIM: scientific knowledge, didactic knowledge, professional experience, personal characteristics and educational beliefs. In each problem, specific actions are described and proposed that we believe should be present in the face of the announced curricular change.

KEYWORDS: initial training; teachers; primary education; science teaching; teacher professional development.

Objetivos del trabajo

En el sistema educativo español, estamos habituados a que se encadenen reformas, contrarreformas, reformas de contrarreformas, etc. Dejando a un lado el rigor o la adecuación de los currículos que se proponen, creemos que los procedimientos de implantación -por lo menos los utilizados en las últimas reformas- están ignorando un hecho fundamental: los que deben gestionar el currículum son docentes de Educación Primaria y el profesorado de Secundaria; y, para poder hacerlo, necesitan comprender qué deben mantener, qué deben cambiar y qué deben incorporar.

En nuestro contexto, ya que la mayor parte del profesorado ni es consultado ni participa en la elaboración de los cambios curriculares, parecería razonable que, tras la publicación de cualquier "solución institucional", se articularan planes de formación que explicaran, justificaran y concretaran los mismos. Llama la atención que muchos docentes tengan que acudir a los libros de texto para comprender en qué se traduce el currículum oficial. Quedan atrás los cursos de actualización científica y didáctica, los de formación de formadores, los de especialistas, etc.

Recientemente se ha aprobado la LOMLOE y, aunque quedan temas importantes por concretar, se anuncian cambios que pueden afectar a la enseñanza de las Ciencias. Así, en el Prólogo, se dice:

se reconoce la importancia de atender al desarrollo sostenible de acuerdo con lo establecido en la Agenda 2030. Así, la educación para el desarrollo sostenible y la ciudadanía mundial ha de incardinarse en los planes y programas educativos de la totalidad de la enseñanza

obligatoria, incorporando los conocimientos, capacidades, valores y actitudes que necesitan todas las personas para vivir una vida fructífera, adoptar decisiones fundamentadas y asumir un papel activo –tanto en el ámbito local como mundial– a la hora de afrontar y resolver los problemas comunes a todos los ciudadanos del mundo. La educación para el desarrollo sostenible y para la ciudadanía mundial incluye la educación para la paz y los derechos humanos, la comprensión internacional y la educación intercultural, así como la educación para la transición ecológica, sin descuidar la acción local, imprescindibles para abordar la emergencia climática, de modo que el alumnado conozca qué consecuencias tienen nuestras acciones diarias en el planeta y generar, por consiguiente, empatía hacia su entorno natural y social (MEyFP, 2020, p. 122871).

Entre los derechos que deben ser atendidos, se incluye: “La educación para la transición ecológica con criterios de justicia social como contribución a la sostenibilidad ambiental, social y económica” (MEyFP, 2020, p. 122881). Entre los Fines de la Educación se señala: “La formación para la paz, el respeto a los derechos humanos, la vida en común, la cohesión social, la cooperación y solidaridad entre los pueblos, así como la adquisición de valores que propicien el respeto hacia los seres vivos y los derechos de los animales y el medio ambiente, en particular al valor de los espacios forestales y el desarrollo sostenible” (MEyFP, 2020, p. 122881). Entre los fines de todas las etapas educativas (Educación Infantil, Primaria, ESO y Formación Profesional Básica), se incorporan “nuevas” capacidades que inciden en la enseñanza de las Ciencias: educación para la sostenibilidad, para un consumo responsable, para la creación de hábitos saludables, etc.

A la espera de una mayor concreción de estos cambios anunciados, nos surge un interrogante: ¿Están formados los maestros y maestras en ejercicio para impartir estos nuevos conocimientos?

En relación con la FIM, los cambios han sido casi siempre más espaciados, pero su implantación resulta más heterogénea, amparándose en la ambigüedad de su formulación o en una “supuesta” autonomía universitaria. Si examinamos los diferentes planes de estudios del Grado de Educación Primaria de nuestras universidades, podemos apreciar que coinciden en que todos responden a un modelo concurrente de la formación científica, didáctica y práctica (Eurydice, 2015), pero no lo hacen ni en los créditos asignados a las materias, ni en los contenidos, ni en las actividades planteadas, ni en los criterios de evaluación (Sánchez-Urán, 2019). Por tanto, hablar de la FIM en España, como si fuera “única”, no parece responder a la realidad. En lo que es posible que exista una mayor coincidencia es en el perfil de los estudiantes que acceden a estos estudios; sería interesante conocer mejor cuáles son los perfiles de salida o, dicho de otra manera, qué efectos tienen los diferentes planes formativos que estamos utilizando.

No obstante, en las disposiciones adicionales de la nueva ley se dice:

- *Disposición adicional sexta. Educación para el desarrollo sostenible y para la ciudadanía mundial.*

Tal como se establece en el cuarto Objetivo de Desarrollo Sostenible y de la Agenda 2030, la educación para el desarrollo sostenible y para la ciudadanía mundial se tendrá en cuenta en los procesos de formación del profesorado y en el acceso a la función docente. De acuerdo con lo anterior, para el año 2022 los conocimientos, habilidades y actitudes relativos a la educación para el desarrollo sostenible y para la ciudadanía mundial habrán sido incorporados al sistema de acceso a la función docente. Asimismo, en 2025 todo el personal

docente deberá haber recibido cualificación en las metas establecidas en la Agenda 2030 (MEyFP, 2020, 122943).

- *Disposición adicional séptima. Normativa sobre el desarrollo de la profesión docente.*

A fin de que el sistema educativo pueda afrontar en mejores condiciones los nuevos retos demandados por la sociedad e impulsar el desarrollo de la profesión docente, el Gobierno, consultadas las comunidades autónomas y los representantes del profesorado, presentará, en el plazo de un año a partir de la entrada en vigor de esta Ley, una propuesta normativa que regule, entre otros aspectos, la formación inicial y permanente, el acceso y el desarrollo profesional docente (MEyFP, 2020, 122943).

Por lo tanto, anuncia un cambio inminente en la formación del profesorado (inicial y permanente). Aunque puede ser positiva la sincronía con la reforma de los niveles no universitarios, echamos en falta una mayor participación (desconocemos si la ha habido) de aquéllos que debemos gestionar los nuevos planes de estudios. De hecho, creemos que, además de atender las necesidades derivadas de los nuevos currículos de los niveles no universitarios, hay otros problemas que, con o sin reforma, deberíamos haber atendido desde hace tiempo, como posteriormente veremos.

En este trabajo sólo nos ocuparemos de la FIM en la enseñanza de las Ciencias. Para ello, creemos necesario indagar en qué variables definen a los maestros y maestras en formación, como referente para la identificación de los problemas.

El maestro/a para enseñar ciencias en Educación Primaria

La labor que desarrolla el docente viene determinada por una serie de variables. Aunque Barolli et al., (2019) reconocen ocho grandes dimensiones (actualización en los conocimientos científicos; actualización en los conocimientos pedagógicos; organización y conducción de la enseñanza; sostenimiento del aprendizaje de los alumnos; participación en la gestión escolar; investigación de la propia práctica; planificación de la carrera profesional; participación en la responsabilidad social), nosotros nos hemos centrado en cinco:

- Conocimientos científicos: la formación disciplinar en Ciencias, la capacidad para identificar y resolver problemas de la vida cotidiana, la valoración de la repercusión social de los descubrimientos y avances científicos, las relaciones CTSA o STEM...

- Conocimientos didácticos: la formación de carácter psicopedagógico, la capacidad para identificar ideas y experiencias de los estudiantes, el planteamiento de actividades de enseñanza, el diseño de recursos didácticos, la elaboración de instrumentos de evaluación...

- Conocimientos profesionales: las experiencias vividas como estudiante, las prácticas de enseñanza (en formación inicial, en el acceso a la profesión, como maestro novel...), la planificación de las acciones educativas; el análisis y la reflexión sobre situaciones reales de aula o de centro...

- Creencias y concepciones: sobre el papel de las ciencias en la educación primaria, sobre la importancia de la escuela en estas edades, sobre el modelo de ciudadano que queremos...

- Características personales: la habilidad de expresión y comunicación con el alumnado, la empatía hacia los estudiantes, la capacidad de trabajo en equipo, la creatividad en la elaboración de recursos, el talante social, la afectividad...

No obstante, la labor profesional de un maestro o una maestra también se ve mediatizada por el contexto en el que se encuentra: el socio-educativo (importancia social de la escuela, dotación de recursos económicos, adecuación de instalaciones...); el normativo (currículum oficial, ratio profesor-alumnado, legislación educativa...); el formativo (planes de formación, modelo de acceso a la profesión docente, la formación de los formadores...); y escolares (ambiente del centro, funcionamiento de órganos colegiados y de coordinación, relaciones con las familias...). Estas variables dependen de planteamientos políticos, de creencias ciudadanas, de tendencias sociales... que muchas veces exceden el ámbito de nuestras competencias como formadores.

En definitiva, lo que sabe, hace, piensa o siente un docente se ve condicionado por factores de índole personal y por elementos contextuales. Entre sus acciones hay algunas que resultan más reconocibles (elegir objetivos de aprendizaje, planificar las acciones docentes, intervenir en el aula, evaluar el proceso de enseñar y aprender, realizar acciones tutoriales...). Pero incluimos otras, tan importantes como las señaladas, aunque menos reconocidas (compromiso con la educación y con el contexto social, atención personalizada a sus estudiantes, reconocimiento de sus propias necesidades formativas, diseño y puesta en práctica de planes de mejora...).

Todas estas ideas las hemos tratado de sintetizar en la Figura 1.

Figura 1

Distintas dimensiones que afectan al trabajo docente



Por todo ello, si queremos cambiar lo que el profesorado sabe, piensa, hace o siente, deberíamos ser capaces de identificar los problemas que tiene en nuestra área de

conocimientos y de plantear soluciones a los mismos. Y, para hacerlo, no podemos acudir a la ocurrencia ni a la intuición. Es preciso apoyarse en la investigación e innovación en este ámbito.

Por ello, hemos indagado en aportaciones recogidas en las revistas más relevantes de DCE, desde la aparición del Grado de Educación Primaria. Hemos circunscrito nuestra revisión al ámbito de la FIM, para la enseñanza de las ciencias y en nuestro contexto educativo. Pensamos que esta visión contextualizada de la realidad que tenemos nos haría más sencilla la identificación de problemas y el análisis de los mismos, pero, sobre todo, nos aproximaría a los retos que actualmente tenemos planteados de cara a la inminente reforma de los Planes de Estudios que señalamos al principio del trabajo.

En función de los hallazgos, hemos identificado cinco problemas sobre los que vamos a reflexionar.

Primer problema: la actualización científica del profesorado

A menudo nos quejamos de la formación científica que traen nuestros estudiantes y, sin entrar en más detalles, admitimos que posiblemente sea cierto. Así, se ha puesto de manifiesto en estudios sobre: las concepciones y modelos que explican la tuberculosis (Aznar & Puig, 2016); el proceso de erosión (García & González, 2017); la digestión humana (Bahamonde & Gómez, 2016); la energía (Greca et al., 2017); el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre las vacunas (Maguregui et al., 2017); los conocimientos, actitudes y comportamientos ambientales (Álvarez et al., 2018); los huertos eco-didácticos (Eugenio et al., 2018); las ciudades sostenibles (Torres & Arrebola, 2018); sobre la evaluación de la adquisición de competencias en sostenibilidad (Albareda et al., 2019); el uso de los itinerarios (SIG) en la educación ambiental (Alcántara & Medina, 2019); el uso de demostraciones experimentales para mejorar la percepción y la actitud hacia la Química (Álvarez & Valls, 2019); la contaminación de los mares (Jaén et al., 2019); las prácticas de biología (Marcos, 2019); los microorganismos (Marcos et al., 2019); los proyectos de desarrollo sostenible (Aguirregabiría & García, 2020); el impacto ambiental de la alimentación (Brocos & Jiménez, 2020); la argumentación en las controversias socio-científicas (Jiménez et al., 2020); la construcción de los conceptos cinemáticos (Pérez-Bueno et al., 2020); los contenidos científicos en las redes (Benítez, 2021); los insectos, plantas y pérdida de polinizadores (Puig & Gómez, 2021)...

Como puede verse, aunque persisten los estudios para identificar las concepciones de los estudiantes sobre los tópicos clásicos, se empiezan a indagar sobre temas que responden a preocupaciones más actuales: la sostenibilidad, los comportamientos ambientales, las controversias, o la contaminación. En este sentido, parece que la investigación sobre los conocimientos de los estudiantes y de sus obstáculos de aprendizaje ha ido más allá de una simple réplica de otros trabajos.

Lo que no compartimos es que la solución de este problema sea “repetir la ESO” en la etapa de FIM: volver a estudiar las Ciencias que no aprendieron. Dos cuestiones nos surgen al respecto: ¿Estamos suponiendo que los futuros maestros y maestras sólo necesitan saber las Ciencias de la ESO para impartir esta materia en Educación

Primaria?; y, si pensamos de esta manera, ¿cuándo se abordaría la formación didáctica necesaria para trabajar los contenidos en las clases de Primaria? ¿O es que volvemos a que es suficiente saber algo para saber enseñarlo?

No debemos ignorar que, en España, tenemos un modelo sumativo para la formación inicial del profesorado de Educación Secundaria: primero se realiza la capacitación científica y después se dan unas pinceladas de formación didáctica y profesional. La cuestión es clara: tras cuatro años en otro Grado universitario, ¿tienen solventadas todas las necesidades en la formación científica para impartir los contenidos de Física y Química o de Biología y Geología? Nuestra respuesta es no. A menudo hemos defendido que las ciencias que precisan los maestros y maestras no son las que necesitan una física teórica, un naturalista, una ingeniera de caminos, un médico o una asesora medioambiental. Y, por supuesto, no se puede ignorar que se puede aprender ciencias al plantearse cómo enseñarla.

Por último, quisiéramos añadir que, en la DCE, se han realizado aportaciones relevantes y, sobre todo, bastante aceptadas por todos: la importancia de conocer la naturaleza del conocimiento científico, la identificación de los paradigmas y de los obstáculos epistemológicos en la evolución de las Ciencias, la utilización de la experimentación como estrategia de investigación, la necesidad de estudiar las repercusiones sociales de los avances técnicos y de los descubrimientos tecnológicos... Quizás, algunos piensan que la incorporación de estos tópicos solo afectan al ámbito metodológico o “matizan” algunos contenidos declarativos. No es así: aceptar estas contribuciones supone cambiar los procedimientos, actitudes, emociones, estrategias metacognitivas o competencias que deben ser objeto de enseñanza.

Segundo problema: la formación didáctica del profesorado

Hemos revisado las aportaciones recogidas, en los últimos cinco años, en las revistas más representativas de la DCE. Así, hemos encontrado trabajos sobre el uso de los modelos analógicos como recursos didácticos (Jiménez et al., 2016); la construcción del conocimiento a través de secuencias de actividades (Escrivá & Rivero, 2017); el uso de un modelo *flipped* para enseñar contenidos científicos (González et al., 2017); la identificación de competencias al diseñar actividades de enseñanza (Pro et al., 2017); lo que piensan unos maestros españoles y portugueses en relación con unas actividades de enseñanza y cuestiones de evaluación sobre la nutrición (Rivadulla et al., 2017); los cambios en la enseñanza a partir de un programa formativo que parte de los problemas profesionales de los maestros (Rivero et al., 2017); la utilización de los conocimientos didácticos en el diseño de pruebas de evaluación (Pro, Pro y Serrano, 2018); las dimensiones de aprendizaje percibidas por los futuros maestros (Eugenio et al., 2018); la evolución del conocimiento didáctico (López & Solís, 2020); sobre el uso de analogías en la enseñanza de la Biología (Marcos et al., 2021)...

Actualmente nuestras materias de DCE, según la Orden ECI 3857/2007 que regula los estudios de Grado de Educación Primaria, deberían recoger las temáticas propias de la formación didáctica. No obstante, entre las competencias que deben adquirirse sólo figuran “Conocer el currículo escolar de estas ciencias” y “Desarrollar y evaluar

contenidos del currículo mediante recursos didácticos apropiados y promover la adquisición de competencias básicas en los estudiantes”.

Parece que el legislador ha puesto más énfasis en el aprendizaje de los conocimientos científicos: “Comprender los principios básicos y las leyes fundamentales de las ciencias experimentales (Física, Química, Biología y Geología)”;

“Plantear y resolver problemas asociados con las ciencias a la vida cotidiana”; o “Reconocer la mutua influencia entre ciencia, sociedad y desarrollo tecnológico, así como las conductas ciudadanas pertinentes, para procurar un futuro sostenible”. Admitiendo la importancia de estos conocimientos, creemos que la propuesta curricular es manifiestamente mejorable ya que prioriza qué debe saber un docente sobre la ciencia frente al cómo enseñarla en Educación Primaria.

Sin profundizar más en la idoneidad o no de las directrices ministeriales, creemos que los futuros maestros y maestras, en esta etapa de su desarrollo profesional, deberían ser capaces de:

- valorar el papel que ha jugado la ciencia a lo largo de la historia, incidiendo en las repercusiones sociales, ambientales, culturales, tecnológicas, en la calidad de vida y en el bienestar de las personas, etc. y que, precisamente por ello, justifican su inclusión en la educación básica y obligatoria de los ciudadanos.

- conocer cómo el alumnado aprende los conocimientos científicos; es decir, cuáles son las ideas, creencias y experiencias previas de los niños de estas edades, cómo construir el conocimiento a partir de las mismas, qué exigencias cognitivas tienen los contenidos que deben aprender, cuáles son los mayores obstáculos que encuentran en su aprendizaje...

- conocer los procedimientos y estrategias que utilizan los científicos (la observación, la experimentación, la indagación o la argumentación) y cómo incorporarlas a las clases de niños que tienen limitaciones en la comprensión lectora, en la búsqueda de información o en la verbalización de lo que piensan...

- diseñar actividades y elaborar recursos que integren ciencia, tecnología, sociedad, medio ambiente... que traten de buscar respuestas a problemas contextualizados, reales, sobre los que se hablan en la prensa, en la televisión o en las redes sociales...

- realizar proyectos de innovación que promuevan el interés y el respeto por el medio natural, que haga frente a los problemas de salud, que defienda un consumo sostenible, que favorezca la convivencia...

- usar adecuadamente las tecnologías de información y comunicación, lo que nos lleva a pensar en cómo compatibilizarlo con el trabajo colaborativo, en cómo superar la brecha digital con colectivos vulnerables, en cómo traer lo que hay fuera de la escuela a las aulas, en cómo aprovechar los recursos de la educación no-formal...

- utilizar la evaluación como una estrategia didáctica que favorece el aprendizaje, facilita información para mejorar la enseñanza y permite la autorregulación...

Si admitimos que estas podrían ser algunas competencias que deberían adquirir los maestros y maestras en su formación inicial, ¿cuáles estamos trabajando realmente en nuestras asignaturas del Grado de Educación Primaria? Y, en los casos en los que se estén contemplando contenidos didácticos, ¿qué cambiaríamos, añadiríamos o excluiríamos?; ¿podemos decir cuáles son los mayores obstáculos que encuentran los

futuros docentes para su comprensión, su aplicación o su transferencia a la práctica profesional?

Por otro lado, parece aceptado que la metodología es un contenido más de formación didáctica. Si lo admitimos, no se pueden mantener las ratios actuales en muchas de nuestras aulas y centros. ¿Son necesarios tantos titulados en el Grado de Educación Primaria para atender las necesidades laborales de las diferentes Comunidades Autónomas? ¿Pueden mantenerse grupos de no más de 20 estudiantes en todas las universidades para trabajar “de otra manera”?

Por último, hay otro aspecto, no menos importante, sobre el que también deberíamos reflexionar. Hemos avanzado mucho en cualquiera de los ámbitos de la investigación e innovación de la DCE, tanto que no podemos enseñar todo lo que sabemos. Por ello, nos planteamos: ¿qué contenidos de formación didáctica o qué competencias debemos seleccionar en esta primera etapa del desarrollo profesional de un maestro? Y, si nos creemos lo del “desarrollo profesional”, ¿qué deberíamos dejar para la siguiente etapa? ¿Cómo escalonamos la adquisición de competencias?

Tercer problema: la experiencia profesional

En cualquier título universitario de carácter profesional, el Prácticum es la materia más importante de la titulación por muchos motivos: porque es la que mejor define el perfil de lo que se espera del titulado en el ejercicio de su labor profesional; porque puede ser un indicador para valorar qué aportan realmente el resto de las materias curriculares; porque permite introducir nuevas ideas y experiencias innovadoras en las aulas o en los centros; etc. Pero, sobre todo, es el escenario donde los futuros docentes ponen en juego lo que saben, lo que saben hacer, lo que saben hacer con otros, lo que saben cuándo hacerlo y por qué, lo que saben sobre cómo evaluar lo que hacen y establecer un plan de mejora... Curiosamente contrasta la importancia de la experiencia profesional con la escasa atención que ha tenido en la DCE de nuestro país.

Es cierto que los futuros maestros y maestras han tenido un contacto previo con la profesión cuando han sido estudiantes e incluso, en muchos casos, dicha experiencia les ha calado profundamente; tanto que es posible que justifique el dicho de “enseñar como me enseñaron”. Por ello, si creemos que los nuevos tiempos exigen nuevos docentes (por lo menos con otras competencias), hay que ofrecer alguna alternativa no sólo teórica, deben conocer que se pueden hacer las clases de otra forma, valorar su utilidad y sentir que realmente funcionan. En este sentido, las Prácticas Escolares deben jugar un papel determinante.

Respecto a las Prácticas de Enseñanza hay un número menor de contribuciones que en los anteriores conocimientos en el ámbito específico de DCE. Así, en Pro y Nortés (2016) se estudia qué pensaban los estudiantes en formación inicial sobre las clases de ciencias en las aulas de Educación Primaria; en García et al., (2017) se analizan las estrategias didácticas innovadoras utilizadas en una escuela rural donde conviven alumnos con edades entre 5 y 12 años; en Gil et al., (2017) sobre lo que piensan unos estudiantes de Magisterio tras visionar dos clases grabadas de Prácticas de Enseñanza; en Greca y Jerez (2017) sobre una propuesta para la enseñanza de Ciencias Naturales

en Educación Primaria en un aula inclusiva; en Retana et al. (2018) sobre el cambio de emociones hacia el clima del aula tras la indagación para resolver un problema medio-ambiental...

No obstante, quisiéramos realizar tres consideraciones para aclarar mejor lo que defendemos:

- Una organización curricular en torno a las Prácticas Escolares tiene sentido en titulaciones en las que realmente se comparta un modelo similar de lo que esperamos de un maestro; y, además, debe existir un interés compartido por atender necesidades profesionales concretas, por conectar teoría y práctica, por colaborar en la formación, etc. No lo tiene cuando lo prioritario para los formadores es tener el mayor número de créditos posible, muchas veces sin tener claro qué hacer con ellos ni la finalidad para su inclusión en la etapa de la formación inicial de un maestro.

- En las Prácticas Escolares nuestros estudiantes no pueden limitarse a “imitar” a un profesional que actúa de maestro-tutor; ni a observar clases de ciencias que sabemos que no funcionan; ni a perpetuar un modelo de actuación docente más propio de otras épocas... Los futuros maestros y maestras deben tener la oportunidad de vivir experiencias y situaciones diferentes, de plantear iniciativas y reflexionar con ayuda sobre ellas, de apreciar en las aulas cómo se plasman ideas que previamente ha trabajado en la DCE... En definitiva, no todos los docentes pueden ser tutores.

- Actualmente la mayoría de los Planes de Prácticas contemplan una doble tutoría (un maestro y un profesor universitario). En relación con este último, es preciso una mayor implicación y un papel mucho más activo en esta materia. Por un lado, tiene que colaborar con el maestro/a-tutor/a en la concreción de los planes individuales de los futuros docentes (incluso, incorporando actividades o planteamientos innovadores). Debe realizar tareas de en el seguimiento de la labor de nuestros estudiantes en el aula y en el centro, y mantener un *feedback* permanente que les permita reconducir procesos, solventar problemas de forma inmediata y tomar decisiones en y sobre la práctica educativa. Y, por supuesto, debe ser capaz de ayudar y asesorarle en el diseño de actividades, recursos o herramientas de enseñanza.

- Por último, debe reflexionar sobre las exigencias, carencias, limitaciones, etc. de los futuros maestros y maestras, con el objeto de revisar lo que se esté realizando en las asignaturas de DCE a la vista de la realidad y de las necesidades formativas que perciba en su acercamiento a la escuela.

En el Grado de Educación Primaria, las Prácticas de Enseñanza tienen una presencia importante, no solo en cuanto a créditos sino en cuanto a su poder formativo. Como se aprecia en el trabajo de Manso (2019), aunque hay cierta heterogeneidad en aspectos estructurales (distribución de créditos en los periodos, orientación generalista o especialista de las mismas, reconocimiento laboral para los tutores), las diferencias se reducían cuando se concretaban las actividades que contenían los Planes de Prácticas (Pro, Pro y Cantó, en prensa). En esta última aportación, veíamos que la mayoría de los planes de Prácticas analizadas contemplaban las competencias a adquirir según las directrices oficiales. En la Tabla 1 se recogen, junto con la presencia en los planes analizados (se estudiaron un total de N=15 facultades de Educación).

Tabla 1

Competencias de las Prácticas de Enseñanza

COMPETENCIAS	N =15
- Adquirir un conocimiento práctico del aula y de la gestión de la misma.	11
- Conocer y aplicar los procesos de interacción y comunicación en el aula, así como dominar las destrezas y habilidades sociales necesarias para fomentar un clima que facilite el aprendizaje y la convivencia.	12
- Controlar y hacer el seguimiento del proceso educativo y, en particular, de enseñanza y aprendizaje mediante el dominio de técnicas y estrategias necesarias.	12
- Relacionar teoría y práctica con la realidad del aula y del centro.	12
- Participar en la actividad docente y aprender a saber hacer, actuando y reflexionando desde la práctica.	12
- Participar en las propuestas de mejora en los ámbitos de actuación que se puedan establecer en un centro.	12
- Regular los procesos de interacción y comunicación en grupos de estudiantes de 6-12 años	10
- Conocer formas de colaboración con los distintos sectores de la comunidad educativa y del entorno social.	11

Desde luego, si nuestros estudiantes deben adquirir estas competencias, hay que plantear Prácticas Escolares que lo hagan posible. Y, según estas directrices, éstas deben centrarse, como no podía ser de otra manera, en la escuela: gestión de las clases, facilitador de situaciones de aprendizaje, dinámica de trabajo, evaluación y seguimiento del alumnado, labor tutorial, interacción con niños de 6 a 12 años, relaciones con las familias... Es decir, todas son aportaciones que pretenden mejorar el conocimiento profesional del futuro maestro o maestra.

No obstante, no podemos atender estas competencias desde una “práctica sin fundamentos”. Por ello, es preciso dotar previamente al profesorado en formación de unos conocimientos, estrategias y recursos en otras materias curriculares. También hay que insistir en que, para nosotros, el maestro o la maestra deseable en esta etapa de desarrollo profesional, no sólo debe ser capaz de hacer cosas, sino debe estar capacitado para planificar de forma fundamentada lo que pretenda realizar, en reflexionar sobre lo realizado, en tomar decisiones coherentes con los resultados obtenidos, etc.

Por último, quisiéramos señalar que las competencias profesionales adquiridas durante las Prácticas en la formación inicial deberían ser el referente para la elección de los maestros y maestras que pueden continuar la siguiente etapa del desarrollo profesional: el acceso a la profesión docente. La mayor parte de los especialistas en formación del profesorado reconocen que las “oposiciones actuales” no seleccionan a los mejores y, entre los posibles motivos de esta realidad, sin duda está el procedimiento utilizado (temario, pruebas, tribunales, mecánica de los ejercicios, etc.). Si institucionalmente se apuesta por un modelo de formación del profesorado basado

en la adquisición de competencias, ¿no sería más razonable valorar el grado en que éstas se han adquirido -en particular, en las Prácticas de Enseñanza- y no centrarse en si el opositor tiene los conocimientos científicos adecuados o es capaz de memorizar un tema?

Cuarto problema: creencias, concepciones y prejuicios

Otro ámbito que condiciona la forma de pensar, de sentir y de actuar del futuro docente es el de las creencias, concepciones u opiniones sobre cualquier elemento de la práctica docente. Se exterioricen o no responden, en gran parte, a planteamientos ideológicos más profundos (visión de la educación, valoración de la importancia de la escuela, papel de la ciencia en Primaria, etc.). En este sentido, no compartimos la idea de una educación desideologizada, neutra, indiferente a lo que ocurre fuera del aula o del centro.

Por otro lado, en la mayoría de las reformas, se plantean dicotomías que reflejan planteamientos poco claros de la finalidad de esta etapa educativa: con un enfoque propedéutico o comprensivo, para formar trabajadores o para formar a ciudadanos, para desarrollar las potencialidades del alumnado o para educarlo en una sociedad democrática, para hacer futuros científicos o para que exista una alfabetización científica en la ciudadanía, etc. La clarificación de todas estas opciones educativas no son debates retóricos sin trascendencia. Detrás de cada una de las opciones hay formas diferentes -a veces antagónicas- del papel de la educación en estas edades y, como consecuencia, qué papel debe jugar el profesorado.

En este contexto, también hemos buscado y analizado aportaciones sobre las opiniones de los futuros maestros y maestras en relación con estas temáticas:

- Cantó et al. (2016) estudiaron lo que se hacía en ciencias en la etapa de infantil, a través de la visión de los estudiantes de prácticas.
- Rodríguez et al. (2018) sobre su opinión respecto al tratamiento de las competencias en los libros de Ciencias de Educación Primaria;
- Pipitone et al. (2019) sobre sus emociones en relación con la física y la química, además de buscar evidencias de que estas sean modificadas a lo largo del contexto de la asignatura Didáctica de la Materia, la Energía y la Interacción;
- García-Ruiz et al. (2020) sobre las percepciones de estudiantes del Grado de Educación Primaria sobre el aprendizaje cooperativo y por investigación en un programa formativo.

Echamos en falta otros trabajos que nos permitan profundizar en estas variables que, sin duda, condicionan la labor profesional de un maestro o maestra. Si tuviéramos que esbozar el perfil deseable de un futuro docente, nos gustaría tener un número de estudiantes limitados y con determinadas características: que se sintieran comprometidos con la Educación, implicados en la labor de formar, ilusionados con su profesión...; que tuvieran interiorizada la importancia de la Educación Primaria o de la enseñanza de las Ciencias para el alumnado de 6 a 12 años; que identificaran los problemas de la vida cotidiana que hay que abordar en la escuela...

Sin embargo, la realidad no es así. Muchos de nuestros estudiantes, aunque cumplen los “requisitos” que le exige la universidad para entrar en la titulación, no les

“apasiona” especialmente la docencia, no les preocupa los problemas ni las noticias de la infancia o de la Educación, no tiene una buena predisposición para las ciencias, tienen un carácter autoritario y lo más importante: no disfrutan con la labor que deben realizar en las Prácticas de Enseñanza. Quizás, estas situaciones ponen de manifiesto, una vez más, de las deficiencias que tiene el acceso a la titulación.

Es cierto que hay muchos estudiantes universitarios que eligen la titulación del Grado en Educación Primaria como primera opción para acceder a la universidad. Podemos justificarlo con algunas explicaciones: la admiración por alguno de sus maestros y profesores; las condiciones laborales (autonomía, estabilidad, “vacaciones”...); las facilidades para la obtención del título (materias asequibles, exigencias aceptables, esfuerzo no excesivo...); la desorientación sobre qué hacer tras el Bachillerato; incluso, es posible la combinación de algunas de estas razones.

En este contexto, la Administración puede optar por dos respuestas: incrementar las plantillas de los formadores (con todas las exigencias que se consideren y sobre las que tendríamos que debatir) para aumentar la oferta y atender toda la demanda o establecer unos números clausus (a los que realmente podemos atender con la plantilla estable y sin precariedad que haya en las Facultades de Educación). En cualquier caso, creemos que las causas esgrimidas no justifican la masificación de los estudios y los problemas que ésta produce.

Además, si queremos que los futuros estudiantes interioricen la metodología de carácter científico, los beneficios del trabajo cooperativo, la conexión teoría-práctica o la reflexión sobre lo aprendido, resulta muy complicado si previamente no los han vivenciado. Y el aprendizaje de las competencias que subyace en este tipo de actividades precisa de grupos pequeños. Debemos tener presente que gran parte de nuestros estudiantes no han tenido la oportunidad de vivir experiencias en las que dichos tópicos estuvieran presentes antes de entrar en la universidad. Por lo tanto, debemos plantear situaciones que les permitan conocerlos para poder enseñarlos. Las creencias necesitan evidencias y vivencias; no sólo declaraciones de buenas intenciones.

Quinto problema: cualidades personales

Muy relacionado con el anterior estaría este quinto problema. Creemos que, además de una amplia formación, nuestros estudiantes deberían tener una serie de cualidades personales: empatía con los niños y niñas, implicación en la enseñanza, habilidades sociales, facilidad comunicativa, reflexivos, críticos y autocríticos, creativos... y un largo etcétera. Todas estas variables influyen más de lo que muchos piensan en la labor del docente.

El actual sistema de acceso a los estudios universitarios solo tiene presentes las calificaciones en las PAUs, EBAUs o equivalentes. A la vista de ello, nos preguntamos: ¿Qué se evalúa con este sistema? Tras la insistencia curricular en la adquisición de competencias en toda la Secundaria, ¿se valora las que han adquirido los estudiantes?; ¿qué diferencias existen entre las pruebas de hace unos años –en los que no existían las competencias- y las de ahora?; ¿en qué se parecen estas pruebas a las de PISA a las que otros tanto mitifican?; ¿sirven para predecir el éxito académico en la enseñanza

universitaria o para orientar vocacionalmente al estudiante de Bachillerato? Muchas... Demasiadas contradicciones. ¿Se evalúa, por lo menos, lo que sabe el alumnado? No nos engañemos... ni eso.

De esta manera, en muchas Facultades, tenemos a un alto número de estudiantes que han accedido al Grado de Educación Primaria con unas calificaciones altas en la selectividad. Sin embargo, detectamos que tienen problemas con la comunicación oral y escrita, que no tienen los conocimientos que queremos en algunas disciplinas, que no les preocupan los problemas educativos si no les afectan directamente, que los intereses culturales son muy limitados, que desconocen lo que hay detrás de la profesión docente o que se sienten decepcionados en los periodos de Prácticas porque descubren que no les gusta las aulas o los centros.

Siendo importante el nivel en los conocimientos adquiridos, no podemos olvidar que las pruebas que se plantean en la selectividad permiten valorar lo que valoran. Y saber realizar integrales, tener un adecuado dominio de inglés o realizar un buen comentario de texto, no implica que tenga las condiciones deseables para ser un buen docente. El conocimiento es una condición necesaria, pero no suficiente, para realizar las labores de un maestro de Educación Primaria.

Creemos que se han realizado avances en las técnicas de diagnóstico para seleccionar a los futuros maestros y maestras de otra manera, con pruebas específicas que permitan valorar sus competencias en determinados campos: comunicación oral, expresión escrita, cultura general, habilidades sociales, afectividad hacia los niños y niñas, actitud profesional... No se trataría de evaluar lo que les vamos a formar, pero sí en lo que necesitan –los prerrequisitos- para ser formados.

Por último, no podemos ignorar otro hecho: en España se ha apostado por la figura de maestro generalista o, por lo menos, no existe un maestro exclusivo de Ciencias. No entramos a valorar las ventajas ni los inconvenientes de la situación, sino sólo a constatarla. Por ello, el perfil del docente que formamos se nutre de otros conocimientos. No podemos impartir “asignaturas impermeables” que ignoren o desaprovechen lo realizado en otras; ni que las otras se desarrollen a espaldas de las nuestras. ¿Qué credibilidad le pueden dar nuestros estudiantes a nuestra defensa del trabajo cooperativo si perciben claramente que no lo practicamos?

Desgraciadamente la departamentalización de los formadores ha complicado más la colaboración entre todos los que intervenimos en la creación del perfil ya mencionado. Y caemos en la paradoja de que nuestros estudiantes –que tienen unos limitados conocimientos profesionales- sean los que deban hacer la integración de la formación que, desde nuestras materias, les hemos dado. O esperar a las Prácticas para que los tutores –que desconocen lo que les hemos impartido en cada disciplina- traten de realizar un relato conjunto que encaje en lo que necesitan en el aula y en el centro. ¿Cómo podemos mejorar esta situación?

Conclusión

A lo largo de este trabajo hemos intentado diferenciar los aspectos internos que condicionan lo que un maestro o una maestra es capaz de saber, hacer, pensar y sentir. También, a partir de los trabajos publicados en revistas de gran relevancia para la DCE,

hemos identificado cinco problemas a los que, con o sin reforma, deberíamos hacer frente.

El anuncio de un nuevo cambio curricular nos retrotrae a las peleas por el crédito, a la defensa numantina de nuestra área y a la frustración tras numerosas reuniones en las que no se debate sino se suceden monólogos. Pero, a pesar de la historia que todos arrastramos, también es una oportunidad para revisar lo que hacemos y, en el marco “que nos dejen”, hacerlo lo mejor que podamos. Y, para ese ámbito que solo depende de nosotros, deberíamos colectivamente compaginar la autocrítica con la crítica, la razón con la emoción, la discusión con el consenso... Tenemos muchos datos, aportaciones y experiencias. Usémoslos y mejoremos lo que estamos realizando en las asignaturas de Didáctica de las Ciencias Experimentales en el Grado de Educación Primaria.

Agradecimientos

Este trabajo forma parte del proyecto “Estudio sobre la enseñanza de las ciencias en educación infantil y primaria. Propuestas de mejora.” (PID2019-105320RB-I00) financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación.

Referencias

- Aguilera, D., y Perales Palacios, 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. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2423>
- Aguirregabiría, F. J., y García, A. (2020). Aprendizaje basado en proyectos y desarrollo sostenible en el Grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(2), 5-24. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2717>
- Albareda, S., Azcárate, P., Muñoz-Rodríguez, J. M., Valderrama-Hernández, R., y Ruiz-Morales, J. (2019). Evaluar competencias en sostenibilidad en los grados y posgrados de educación: propuesta de un instrumento. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 11-29. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2670>
- Alcántara, J., y Medina, S. (2019). El uso de los itinerarios didácticos (sig) en la educación ambiental. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(2), 173-188. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2258>
- Álvarez, O., Sureda, J., y Comas, R. (2018). Evaluación de las competencias ambientales del profesorado de primaria en formación inicial: estudio de caso. *Enseñanza de las Ciencias*, 36(1), 117-141. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2338>
- Álvarez, J. F., y Valls, C. (2019). Utilización de la contextualización mediante el uso de demostraciones experimentales para mejorar la percepción y la actitud hacia la Química de los futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 37(3), 73-88. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2674>
- Aznar, V., y Puig, B. (2016). Concepciones y modelos del profesorado de primaria en formación acerca de la tuberculosis. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 33-52. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1670>
- Bahamonde, N., y Gómez, A. (2016). Caracterización de modelos de digestión humana a partir de sus representaciones y análisis de su evolución en un grupo de

- docentes y auxiliares académicos. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 129-147. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1748>
- Barolli, E., Nascimento, W., Oliveira, J., y Villani, A. (2019). Desarrollo profesional de profesores de ciencias: dimensiones de análisis. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 18(1), 173-197. <http://revistas.educacioneditora.net/index.php/REEC/article/view/368>
- Benítez, A. E. (2021). Análisis de los contenidos científicos presentes en Redes Sociales por futuros profesores de Primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 5(1), 21-31. <https://doi.org/10.17979/arec.2021.5.1.6534>
- Brocos, P., y Jiménez, M.P. (2020). El impacto ambiental de la alimentación: argumentos de alumnado de Magisterio y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 127-145. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2802>
- Cantó, J., Pro Bueno, A., y Solbes, J. (2016) ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Escrivá, I., y Rivero, A. (2017). Progresión de las ideas de los futuros maestros sobre la construcción del conocimiento científico a través de mapas generados en una secuencia de actividades. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(1), 199-214. <http://hdl.handle.net/10498/18856>
- Eugenio M., Zuazagoitia D., y Ruiz-González A. (2018). Huertos EcoDidácticos y Educación para la Sostenibilidad. Experiencias educativas para el desarrollo de competencias del profesorado en formación inicial. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1501. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1501
- García, S., y González, C. (2017). La energía en el proceso de la erosión. Una experiencia para la formación de maestros. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(1), 144-161. <http://hdl.handle.net/10498/18853>
- García, I., Vilches, A., y García, X. (2017). Estrategias didácticas innovadoras en la enseñanza de las ciencias. Estudio de caso: los maestros del Patronato de Educación Rural de Valencia (1958-1985). *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 109-126. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1964>
- García-Ruiz, C., Lupión-Cobos, T., y Blanco-López, A. (2020). Percepciones de docentes de Educación Primaria participantes en el programa Andalucía Profundiza sobre el aprendizaje cooperativo y por investigación. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(2), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.2.6536>
- Gil, M. J., Martínez, M. B., y Cordero, S. (2017). Grabaciones de situaciones de aula para la formación del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 1(1), 58-73. <https://doi.org/10.17979/arec.2017.1.1.2005>
- González, D., Jeong, J. S., Cañada, F., y Gallego, A. (2017). La enseñanza de contenidos científicos a través de un modelo «Flipped»: Propuesta de instrucción para estudiantes del Grado de Educación Primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 71-87. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2233>
- Greca, I., y Jerez, E. (2017). Propuesta para la enseñanza de Ciencias Naturales en Educación Primaria en un aula inclusiva. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(2), 385-397. <http://hdl.handle.net/10498/19224>
- Jaén, M., Esteve, P., y Baños-González, I. (2019). Los futuros maestros ante el problema

- de la contaminación de los mares por plásticos y el consumo. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1501. <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i1.1501>
- Jiménez, N., Aragón Núñez, L., y Oliva Martínez, J. M. (2016). Percepciones de estudiantes para maestros de educación primaria sobre los modelos analógicos como recurso didáctico. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 91-112. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1943>
- Jiménez, N., Vicente-Martorell, J. J., Aragón, L., y Oliva-Martínez, J. M. (2020). Fomentar la argumentación en clases de ciencias a través de una controversia sociocientífica en futuros docentes. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 79-86. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.4639>
- López-Lozano, L., y Solís Ramírez, E. (2020). Una investigación sobre la evolución del conocimiento didáctico del profesorado sobre la evaluación en Ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 87-104. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2755>
- Maguregui, G., Uskola, A., y Burgoa, B. (2017). Modelización, argumentación y transferencia de conocimiento sobre el sistema inmunológico a partir de una controversia sobre vacunación en futuros docentes. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(2), 29-59. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2237>
- Manso, J. (2019). El Practicum en los Planes de Estudios de los Grados de Magisterio de EM. En J. Manso (coord.), *La formación inicial del profesorado en España* (pp. 35-46). Madrid: Secretaría General Técnica del MEyFP.
- Marcos-Merino, J. M. (2019). Análisis de las relaciones emociones-aprendizaje de maestros en formación inicial con una práctica activa de Biología. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1603. <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i1.1603>
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R., y Gómez, J. (2019). Formando a futuros maestros para abordar los microorganismos mediante actividades prácticas. Papel de las emociones y valoraciones de los estudiantes. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1602. <https://doi.org/10.25267/RevEurekaensendivulgcienc.2019.v16.i1.1602>
- Marcos-Merino, J. M., Esteban, R., y Ochoa de Alda, J. A. G. (2021). Analogías propuestas por futuros maestros para la enseñanza de Biología: implicaciones en la formación inicial. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 5(1), 73-86. <https://doi.org/10.17979/arec.2021.5.1.6675>
- MEC (2007). ORDEN ECI/3857/2007, 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 Primaria
- MEyFP (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación.
- Pérez-Bueno, B., De las Heras, M. A., y Jiménez-Pérez, R. (2020). La construcción de conceptos en Cinemática a través de la argumentación y la activación de actitudes en formación inicial de maestros. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 35-62. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.4584>
- Pipitone, C., Guitart, F., Agudelo, C., y García Lladó, A. (2019). Favoreciendo el cambio emocional positivo hacia las ciencias en la formación inicial del profesorado. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 41-54.

- <https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.4608>
Pro Bueno, A., y Nortes, R. (2016). ¿Qué pensaban los estudiantes de la diplomatura de maestro de educación primaria sobre las clases de ciencias de sus prácticas de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, 34(1), 7-32.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1762>
- Pro Chereguini, C., Pro Bueno, A., y Serrano Pastor, F., (2017). ¿Sabían los maestros en formación inicial qué subcompetencias están trabajando cuando diseñan una actividad de enseñanza? *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 7-28.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2205>
- Pro Chereguini, C., Pro Bueno, A., y Serrano Pastor, F. J. (2018). ¿Cómo utilizan los maestros en formación inicial sus conocimientos didácticos en el diseño de una prueba experiencial para evaluar subcompetencias de estudiantes de educación primaria? *Enseñanza de las Ciencias*, 36(2), 43-62.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2498>
- Puig, B., y Gómez, B. (2021). Una propuesta didáctica para la enseñanza-aprendizaje de insectos, plantas y el problema de la pérdida de polinizadores. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(3), 3203.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i3.3203
- Retana, D. A., de las Heras Pérez, M. Á., Vázquez-Bernal, B., y Jiménez-Pérez, R. (2018). El cambio en las emociones de maestros en formación inicial hacia el clima de aula en una intervención basada en investigación escolar. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2602.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2602
- Rivadulla-López, J. C., García Barros, S., y Martínez Losada, C., (2017). Qué enseña y evalúa sobre nutrición humana un grupo de profesores españoles y portugueses de educación primaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 69-87.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2347>
- Rivero, A., Martín del Pozo, R., Solís, E., Azcárate, P., y Porlán, R. (2017). Cambio del conocimiento sobre la enseñanza de las ciencias de futuros maestros. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(1), 29-52. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2068>
- Rodríguez, J., Pro Bueno, A., y Molina Jaén, M.D. (2018). Opinión de los docentes sobre el tratamiento de las competencias en los libros de texto de Ciencias de la Naturaleza en Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18 (3), 3102.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3102
- Sánchez-Urán, L. (2019). La formación inicial de los maestros de Educación Primaria en España: universidades y Planes de estudios. En J. Manso (coord.), *La formación inicial del profesorado en España* (pp. 15-34). Madrid: Secretaría General Técnica del MEyFP.
- Torres-Porras J., y Arrebola J.C. (2018). Construyendo la ciudad sostenible en el Grado de Educación Primaria. *Rev. Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2501.
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2501

La indagación en la formación de maestros de educación infantil. El trasvase de agua como problema

Yolanda GOLÍAS PÉREZ
Susana GARCÍA BARROS
Juan-Carlos RIVADULLA-LÓPEZ

Datos de contacto:

Yolanda Golías Pérez
Universidade da Coruña
y.golias@udc.es

Susana García Barros
Universidade da Coruña
susana.gbarros@udc.es

Juan-Carlos Rivadulla-López
Universidade da Coruña
juan.rivadulla@udc.es

Recibido: 18/01/2022
Aceptado: 02/03/2022

RESUMEN

Dado el amplio consenso que existe respecto a la importancia de comenzar la educación científica en los primeros niveles educativos y, en consecuencia, a la de atender a la formación específica del profesorado, en este trabajo se desarrolló una actividad formativa dirigida al alumnado del Grado de Educación Infantil y se analizaron las producciones de los participantes. En ella, un total de 20 grupos, formados por 4 personas cada uno, se enfrentaron a la vivencia de una indagación tomando el agua como tópico. Concretamente se trataba de averiguar con que materiales (esponja, hilo, plástico...) se podría trasvasar mejor el agua de un recipiente a otro. Después de identificar qué contenidos y qué habilidades permitía enseñar esta actividad, debían elaborar una propuesta de enseñanza para desarrollar esta indagación en 6º curso de E. Infantil. Las producciones escritas de los participantes fueron analizadas empleando dosieres específicos cuyas categorías toman como marco la indagación, contemplándose las correspondientes subcategorías en función del grado de adecuación. Los resultados muestran que los grupos emplearon aceptablemente bien habilidades de indagación, justificando las conclusiones desde los datos y en ocasiones desde un modelo teórico sencillo. Además, identificaron los contenidos y las habilidades que esta actividad vivenciada permite enseñar/aprender. Sin embargo, los futuros maestros mostraron más dificultades para diseñar propuestas de intervención detalladas dirigidas a E. Infantil, siendo, en términos generales, el nivel de adecuación inferior al alcanzado en la experiencia vivenciada. Finalmente se discuten las derivaciones que estos resultados tienen en la formación docente.

PALABRAS CLAVE: Educación Infantil; Formación Docente; Indagación; Agua.

Inquiry in Early Childhood teachers' Education. Water transfer as a research problem

ABSTRACT

There is a wide consensus regarding the importance of starting Science Education in the first levels of education and the need of a specific education for teachers. In this context, an educational activity addressing Early Childhood Education Degree students and their productions were analysed. Twenty groups of four people were challenged with an inquiry experience using water as topic. Specifically, they had to assess which material (sponge, thread, plastic...) did better transfer water from one recipient to another. The group had to identify the concepts and skills that this activity could teach and suggest a lesson that developed inquiry in 6th year of Early Childhood Education. Participants' written projects were analysed using specific dossiers attending the inquiry. Groups of participants in the educational activity used adequate inquiry skills and supported the conclusion using results and, in some cases, a simple theoretical model. Moreover, they identified concepts and skills this activity enabled to teach/learn; however, students had difficulties to design detailed interventions addressing Early Childhood Education. In general, the ability to design interventions was poorer than the ability to response to the research experience themselves. Finally, the implications of the results in teacher's education are discussed.

KEYWORDS: Early childhood education; Teacher education; Inquiry; Water.

Introducción

Está ampliamente aceptado que la educación científica es un referente cultural que debe ser considerado en la educación obligatoria, pues contribuye a la formación integral de los ciudadanos (Osborne & Dillon, 2008; COSCE, 2011; OCDE, 2016). Tal consideración debe ser tenida en cuenta ya desde la Educación Infantil (EI), donde la diversidad y profundidad de las experiencias vividas repercutirán positivamente en el conocimiento y comprensión del entorno natural favoreciendo la motivación hacia las ciencias (Cañal, 2006; Mérida et al., 2017) y facilitando la comprensión de los conceptos científicos que se presenten en etapas educativas superiores (Eshach, 2006). Desde esta perspectiva, Cantó et al. (2016) plantean que en EI se debe atender más a las habilidades propias del trabajo científico y a la creación de hábitos y actitudes que a los contenidos disciplinares. Concretamente identifican como deseable el desarrollo de habilidades de proceso (recopilación de información), de razonamiento (dar sentido a dicha información) y de transferencia (aplicación de la información en situaciones concretas). En esta misma línea, se pronuncian otros autores, refiriéndose a habilidades como explicar y argumentar las evidencias del entorno, utilizar instrumentos, ordenar, clasificar, comparar, dialogar, etc., que los más pequeños ponen de manifiesto en actividades científicas planteadas en el recreo (Peinado et al., 2022) o refiriéndose al desarrollo de comportamientos y actitudes empleando rincones de

ciencias en el aula (Gómez-Motilla & Ruiz-Gallardo, 2016). La mayor relevancia otorgada a las habilidades frente a los contenidos asegura la confianza de los niños en el aprendizaje de las ciencias, pues los impulsa a descubrir que pueden llegar a resultados si se les proporciona el material adecuado y el tiempo suficiente para explorar sus ideas. Esto facilita la motivación por la ciencia y afianza la curiosidad, promoviendo el planteamiento de preguntas y la búsqueda de respuestas con más autonomía (Fernández & Bravo, 2015). En coherencia con lo dicho hasta ahora, la orientación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil, establecida por el Ministerio de Educación en el RD 95/2022, de 2 de febrero de 2022, recoge la importancia de la educación científica en esta etapa educativa. Concretamente se contempla como una de las competencias clave, la competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, destacando en su descripción la relevancia *de observar, clasificar..., hacerse preguntas, probar y comprobar, para entender y explicar algunos de los fenómenos del entorno natural próximo...*

Teniendo en cuenta que la ciencia es un conjunto de prácticas que conjugan la indagación y la modelización, se entiende que aprender ciencias consiste en implicarse en dichas prácticas (Osborne, 2014). En esta línea se han incrementado los trabajos dirigidos a promover la modelización con los más pequeños, tomando fenómenos relacionados con el aire (Lorenzo et al., 2018), el agua y el aire (Mazas et al., 2018), o la formación de las nubes (Monteira & Jiménez Aleixandre, 2019) como referente. Por otra parte, la indagación se sigue percibiendo como una práctica especialmente deseable en la enseñanza de las ciencias (Harlen, 2013). En este sentido y, a pesar de que desde la corriente Piagetina se discrepaba de que los más pequeños tuviesen capacidad suficiente para enfrentarse a este tipo de tareas, se han publicado estudios en los que se demuestra empíricamente que los niños de 5-6 años tienen una capacidad básica para evaluar la evidencia y una comprensión también básica de la experimentación (Piekny et al., 2014). Además, en los últimos años se han incrementado los trabajos en los que se acerca la indagación al aula de infantil obteniendo resultados satisfactorios. Concretamente Cruz-Guzmán et al. (2017) utilizaron el aprendizaje por indagación para iniciar a escolares de infantil (2-4 años) en la ciencia, empleando como tópico los cambios de estado, llegando a apreciar una evolución de las ideas y capacidades de los niños para formular predicciones y comprobarlas experimentalmente. Por su parte, Calo et al. (2021) implementaron una propuesta donde niños de 4-5 años construyen conceptos y generalizaciones a través de la de indagación con circuitos eléctricos y el diálogo con la maestra y sus iguales. Así mismo, se ha desarrollado algún proyecto orientado a generar experiencias y conocimiento mediante el uso de evidencias. Aquí, tomando como núcleo de estudio animales vivos, se plantea la observación sistemática y dirigida por la maestra cuya discusión se utiliza para probar y revisar ideas y concepciones (Monteira & Jiménez-Aleixandre, 2016).

La introducción de las prácticas científicas en el aula requiere una adecuada formación del profesorado. Esta constituye una línea de investigación consolidada en la enseñanza de las ciencias, estando ampliamente asumido que el docente ha de disponer de un conocimiento específico sobre cómo enseñar una materia concreta, el Conocimiento Didáctico del Contenido –CDC– (Shulman, 1986), de tal forma que el profesorado transforma el conocimiento de la materia en representaciones

comprensibles a los estudiantes (Mellado, 2011), siendo deseable que la formación docente responda a una estructura holística que conjugue el conocimiento científico y didáctico (García-Barros, 2017). La investigación ha puesto de manifiesto que esta formación no es una tarea fácil para el estudiante de Grado de Maestro de Infantil y de Primaria, en primer lugar, porque tiene deficiencias en lo que respecta al conocimiento científico (Verdugo et al., 2019) y además su interés por la ciencia y su aprendizaje es muy escaso (Cruz-Guzmán et al., 2020b). En segundo lugar, porque los estudiantes de grado tienen dificultades para analizar actividades de enseñanza e identificar qué permiten enseñar (García Barros et al., 2017), así como para elaborar propuestas de enseñanza aplicando el conocimiento teórico adquirido en sus diseños, incluso en los casos en que valoran positivamente dicho conocimiento (Toma et al., 2017; Greca et al., 2017; Cruz-Guzmán, et al., 2020b). A lo indicado hay que añadir la falta de experiencias innovadoras sobre enseñanza de las ciencias percibidas por los futuros maestros, en este caso de infantil, en su paso por las aulas (Cantó et al., 2016).

La formación docente se ha caracterizado en los últimos años por la promoción de la vivencia y análisis de actividades orientadas al desarrollo de las prácticas científicas tratando diversos temas, como astronomía (Martínez-Chico et al., 2015) la flotación (López-Gay et al., 2018), la concepción de ser vivo (Martínez-Chico et al., 2020). En otros casos las experiencias indagatorias vividas sirven para valorar la experiencia concretamente en lo que respecta a la motivación, desarrollo de la curiosidad y de las habilidades de investigación, la cooperación o el trabajo en grupo (Aragón et al., 2016; Alarcón-Orozco et al., 2022). Algunos estudios trataron la vivencia de la modelización del cambio de estado en la formación de maestros de EI, observándose que los participantes percibían los modelos analógicos como herramientas útiles para superar las barreras de la abstracción, permitiendo ver y manipular el fenómeno estudiado, y no solo imaginarlo (Cruz-Guzmán et al., 2020a). La modelización también se empleó en la formación docente para tratar la evaporación del agua con la intención de utilizar el modelo para explicar otros fenómenos como el perfume, el secado de pintura, el sudor y el secado de platos (Kenyon et al., 2011).

Lo indicado hasta ahora pone de manifiesto la importancia de la formación científica en EI, la relevancia del uso de prácticas científicas, y la necesidad de incidir en la formación docente en este nivel educativo. Dentro de las prácticas científicas la indagación está tomando especial auge, proliferando las investigaciones sobre este tema. Sin embargo, los trabajos se caracterizan por la prominencia de los estudios teóricos frente a los empíricos y por el desequilibrio entre niveles educativos, siendo los niveles iniciales EI y EP los más perjudicados (Aguilera et al., 2018). Teniendo en cuenta lo señalado, se plantea el siguiente trabajo centrado en la formación docente de EI y en el uso de la indagación. En él se diseña una propuesta formativa dirigida a los estudiantes de Grado de Maestro de Infantil en la que se conjuga la formación científica y didáctica y se toma como contexto de estudio el agua, por ser un material conocido y próximo que permite observar e indagar fenómenos diversos. En esta ocasión, nos centraremos en la interacción del agua con otros materiales, y nos planteamos las siguientes preguntas de investigación:

1. ¿Qué habilidades ponen de manifiesto/manejan los futuros maestros de EI al resolver una actividad de indagación?
2. ¿Qué ideas clave (contenidos) y qué habilidades son capaces de identificar en

el marco de la experiencia de indagación vivida?

3. ¿Cómo trasladan la experiencia vivida al diseño de una actividad dirigida a EI?, ¿qué características tienen esos diseños?

Método

En este estudio se diseña una actividad dirigida a la formación inicial de maestros de EI. Esta se halla incluida en una secuencia de enseñanza/aprendizaje -SEA- que se está desarrollando en la actualidad con la intención de que forme parte de una Investigación Basada en el Diseño -IBD-. Por ello, en un sentido amplio se están siguiendo las fases de este tipo de investigación: a) Fundamentos teóricos que guían la investigación; b) Diseño; c) Implementación; d) Evaluación y rediseño (ver Guisasola et al., 2021).

El diseño de la actividad, junto al resto de la SEA toma como hilo conductor el estudio de fenómenos relacionados con el agua y como referente teórico la investigación sobre la formación docente, destacando: a) la importancia de que el futuro docente ponga en juego la competencia científica frente a fenómenos contextualizados en EI, realizando prácticas científicas que conjuguen indagación y modelización (Osborne, 2014) al tiempo que adquiere los contenidos epistémicos asociado a la manera que tiene la ciencia de construir y validar el conocimiento, contemplados en la competencia científica; b) la relevancia de conjugar en los diseños formativos el conocimiento científico y psicopedagógico en el marco del CDC (Shulman, 1986), referente cuya vigencia se ha ido ampliando en los últimos años.

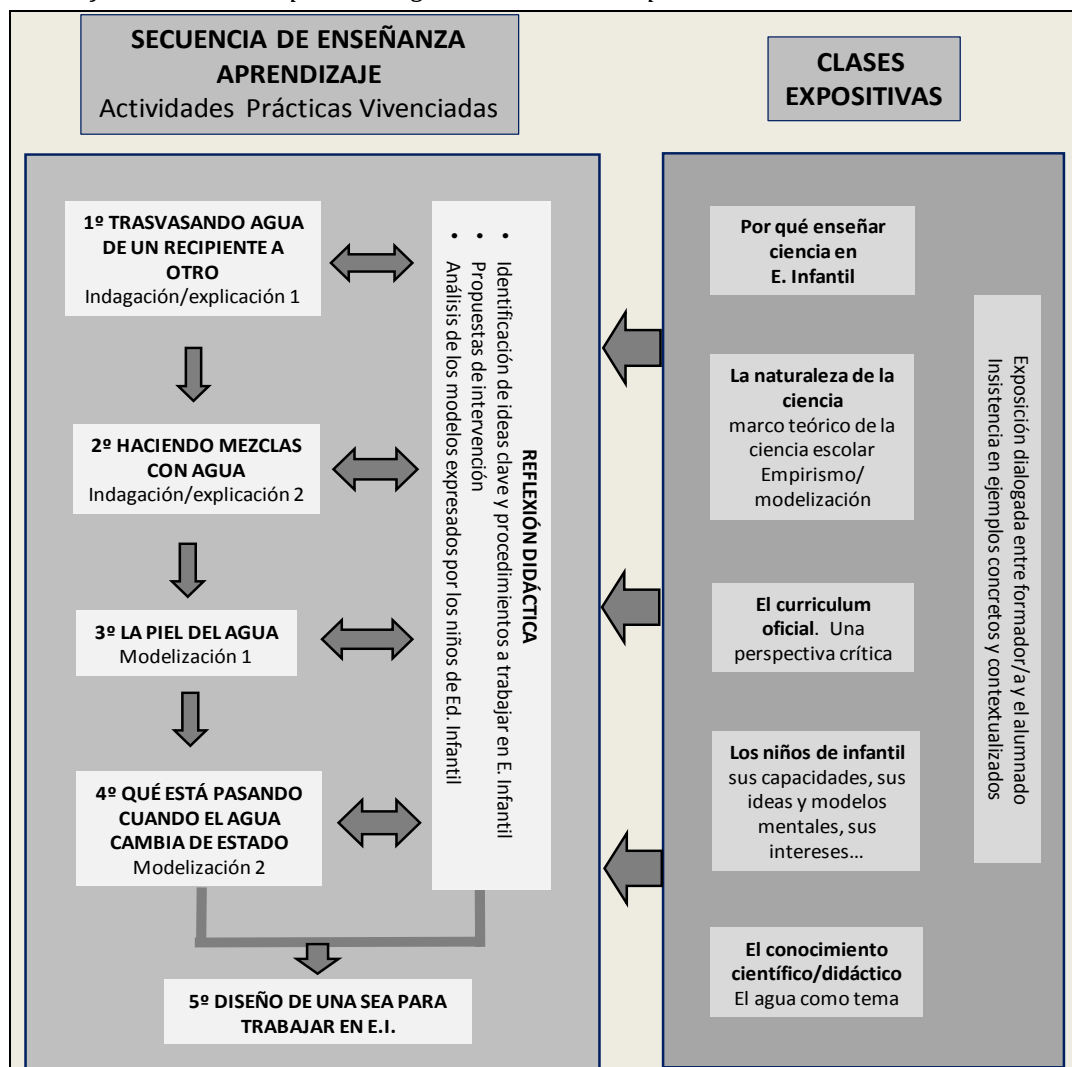
Contexto: la actividad en el marco de la SEA y los participantes

La actividad empleada es la primera de una SEA que responde al esquema presentado en la figura 1. Con ella se trata de hacer vivir a los docentes en formación prácticas científicas y promover la reflexión didáctica y de toma de decisiones docentes. La SEA lleva aparejada información que aporta el formador/a (uno/a de los autores/as) mediante exposiciones, lecturas, vídeos..., en el transcurso de las denominadas clases expositivas, que en esta ocasión fueron online a causa de la pandemia y que se representan en el cuadro derecho de en la figura 1. Concretamente esta SEA se desarrolló inmediatamente después de haber tratado en clase expositiva: por qué ciencias en EI y la naturaleza de la ciencia.

La SEA consta de cinco actividades de complejidad y dificultad creciente, siendo también creciente la autonomía del alumnado en su realización. Las dos primeras - "Trasvasando agua de un recipiente a otro" y "Haciendo mezclas con agua"- están dirigidas a la indagación, junto a una incipiente explicación de resultados y a la reflexión didáctica -ideas y habilidades que permiten enseñar/aprender y las rutinas y dirección docente que se debe diseñar y ejercer-. La tercera y la cuarta actividad -"La piel del agua" y "Qué está pasando cuando el agua cambia de estado"-, se orientan a la explicación y la modelización. Aquí la reflexión didáctica se centra en la identificación y análisis de ideas/modelos escolares empleando diálogos, docente/discente. La última actividad -"Diseño de una propuesta de intervención"- es un trabajo autónomo donde el alumnado toma decisiones docentes sobre qué y cómo enseñar sobre el agua, aplicando el conocimiento adquirido hasta el momento.

Figura 1

Marco formativo en el que se integra la actividad empleada en este estudio



La actividad empleada en este trabajo –trasvasando agua de un recipiente a otro-, se recoge en la tabla 1. Se realizó en una sesión práctica de hora y media, bajo la dirección docente solventándose las dudas surgidas. En el estudio participaron 80 alumnos (73 mujeres y 7 hombres), del Grado de Maestros de Infantil que cursaban la materia “Enseñanza de las Ciencias de la Naturaleza” (6 créditos) en el segundo cuatrimestre del 2º curso. La actividad se desarrolló en grupos de 4 personas, en sesiones de carácter práctico a las que asistían una media de 5 grupos por sesión, siendo el total de grupos participantes de 20. Cada sesión práctica tuvo una duración de 1,5 horas, que se complementaba con trabajo personal cuya duración estimada es de una hora adicional.

Tabla 1

Actividad: Trasvasando agua de un recipiente a otro

Antes de plantear cualquier actividad en el aula de infantil es necesario realizarla y analizar sus posibilidades. En esta ocasión planteamos el siguiente problema: ¿cuál creéis que sería la mejor manera de trasvasar el agua a un vaso vacío, sin volcar el recipiente, y solo utilizando los materiales que tenéis a vuestra disposición, esponja, bayeta, algodón, hilo de lana y plástico?

Para resolver el problema científicamente debéis:

- Planificar los diseños, hacer las observaciones y recogida de datos, podéis hacer mediciones empleando una probeta.
- ¿A qué conclusión habéis llegado? ¿Qué diseño recomendarías a tus amigos para trasvasar el agua en estas condiciones? ¿Cuál es la causa de que ese material resulte mejor que los otros?

Adaptemos ahora la actividad al aula de EI.

- En primer lugar, identificar qué ideas clave y que habilidades/procedimientos habéis puesto en juego al realizar la actividad y cuales emplearíais en el aula de EI
- Diseñad la actividad para EI, especificando la secuenciación de tareas, concretando cómo será la intervención docente y las preguntas que formularíais a los niños.

Recogida y análisis de datos

Se analizaron las producciones escritas de cada grupo de estudiantes empleando dosieres de análisis que incluyen categorías correspondientes a los distintos apartados y subcategorías que gradúan la adecuación de las respuestas. Las categorías toman como referente el marco teórico considerado en el diseño de la actividad, pero en ocasiones también contemplan datos empíricos extraídos de las respuestas de los participantes.

Respecto a la resolución del problema se consideran las categorías recogidas en la tabla 2, inspiradas en la propuesta de evaluación de la indagación planteada por Ferrés et al., 2015.

Tabla 2

Categorías empleadas en el análisis de las respuestas correspondientes al proceso de indagación vivenciado

Categorías	Subcategorías
Formulación de hipótesis	Se proponen hipótesis claras, tanto justificadas como sin justificar Se proponen hipótesis genéricas o no se propone
Planificación de diseños	Se plantean diseños coherentes con el problema y se aporta algún tipo de singularidad/explicación/dificultad Se plantean diseños coherentes con el problema
Obtención de datos	Datos cualitativos y cuantitativos Datos solo cuantitativos Datos solo cualitativos
Conclusión	Justificada en relación a los datos obtenidos y desde un modelo basado en las características del material Justificada en relación con los datos obtenidos Genérica

En la tabla 3 se muestran las categorías empleadas para analizar las respuestas del alumnado sobre la identificación de las ideas clave que se trabajaron en la actividad vivenciada y sobre las consideradas adecuadas para EI. También se muestran las categorías empleadas en la identificación de las habilidades/capacidades vivenciadas y consideradas para EI, empleadas en el análisis de actividades (Laya & Martínez Losada, 2019).

Tabla 3

Categorías consideradas para analizar las ideas clave (contenidos) y las habilidades que permite enseñar la actividad vivida y las que los participantes consideran adecuadas para EI

	Categorías	Significado
Ideas clave	El agua como líquido	Características: no se puede coger, toma la forma del envase, fluye/corre..
	El agua en interacción con otros materiales	Materiales permeables e impermeables. Referencia descriptiva
		Materiales permeables e impermeables. Referencia explicativa
Habilidades	Cognitivas básicas	Identificar características, establecer relaciones, realizar comparaciones, clasificar...
	Relativas al uso de conocimiento	Describir, explicar y justificar
	Correspondientes a procesos científicos necesarios para abordar situaciones resolver problemas	Plantear hipótesis, diseñar estrategias, observar y obtener datos, manipular/usar materiales...
	Asociadas al uso de pruebas	Analizar resultados, obtener conclusiones, argumentar a favor y/o en contra de las evidencias científica

En la tabla 4 se recogen las categorías empleadas para analizar la propuesta de enseñanza. Se contemplan los aspectos inherentes a una indagación, asumiendo en cada uno distinto grado de especificación, así como el grado de dirección considerado.

El análisis fue realizado por dos autores del trabajo, consensuando las discrepancias, que fueron inferiores al 90%, con un tercero.

Tabla 4

Categorías empleadas en el análisis de las propuestas de enseñanza realizadas por los estudiantes

	Categorías	Subcategorías	Significado
Se plantea un problema en contexto		Cotidiano	Se formula una pregunta justificada en un contexto inicial conocido por el alumnado
		Académico	Se formula una cuestión similar a la empleada en la actividad vivenciada

Propuesta de hipótesis	Explícita	Se formulan preguntas específicas dirigidas a promover hipótesis
	Genérica	Se enuncia cómo una intención –se propone que digan hipótesis-
Grado de dirección docente en la planificación de tareas	Dirigida en coherencia con la hipótesis	Se promueve y justifica que el diseño resulte coherente con la hipótesis. Se insta a probar los materiales considerados inicialmente como más adecuados
	Dirigida en sentido manipulativo	Se plantean detalles de cómo dirigir la manipulación
	Libre	No se especifica dirección, se permite libertad de acción.
Recogida y análisis de datos	Registro de datos y su análisis -comparación/ clasificación-	Se propone el uso recursos gráficos (tablas, figuras,...) para el registro adaptados a EI. Se orienta la observación, comparación, clasificación de resultados, etc.
	Análisis de datos - comparación/ clasificación-	Genérica, enunciada como una intención –solo se propone la recogida de datos-
Conclusiones	Justificadas	Se justifican en relación a los datos obtenidos y/o las hipótesis y/o las características del material
	Genérica	Genérica, enunciada como intención -se pretende llegar a una conclusión final-

Finalmente se establecen niveles de adecuación aplicados a la indagación vivenciada y a la actividad de indagación planteada para EI. En ambos casos se consideran cinco niveles, de más a menos adecuado. El más adecuado –nivel 4- se caracteriza por haber alcanzado el grado de respuesta más apropiado y mejor especificado en: a) planteamiento de problema/propuesta de hipótesis; b) diseño experimental; c) obtención/análisis de resultados y d) conclusiones. Cabe indicar que se ha optado por unir las categorías planteamiento de problema y propuesta de hipótesis, porque en la actividad vivenciada se atiende solo al plantemiento de hipótesis ya que el problema viene definido en la propia actividad. El nivel 3 se caracteriza por haber alcanzado grado alto en tres categorías, el nivel 2, en dos, el nivel 1 en una y el nivel 0 en ninguna.

Resultados

El análisis de las producciones de los grupos de estudiantes en relación a la indagación vivenciada, centrada en la pregunta, ¿Cuál creéis que sería la mejor manera de trasvasar el agua a un vaso vacío, sin volcar el recipiente y solo utilizando los materiales que tenéis a vuestra disposición?, muestra que solo tres grupos propusieron una hipótesis, a pesar de no haberse solicitado explícitamente debido a la sencillez y especificación del problema. Todos ellos consideraron que la esponja sería el objeto más adecuado, por ser el más absorbente.

Todos los grupos planificaron diseños coherentes al problema para la esponja, bayeta y algodón (EBA) y para el hilo, mientras que 4 grupos no lo hicieron para el plástico (tabla 5). Los diseños correspondientes a EBA se caracterizaron por empapar

y escurrir los materiales. En el caso del hilo se realizaron conexiones entre recipientes a través de él. Para el plástico se limitaron a proponer un trasvase manipulando ese material. En estos dos últimos casos se plantearon algunas singularidades. Así, 7 grupos propusieron colocar los recipientes conectados por hilo a distinta altura, elevando el recipiente con agua, y dos grupos elaboraron una especie de objetos cóncavos con el plástico.

Todos los grupos recogen datos cualitativos y/o cuantitativos al emplear la EBA, todos menos uno lo hacen también al emplear el hilo, mientras 7 grupos no aportan datos respecto al uso del plástico. En general los resultados cuantitativos fueron más frecuentes en todos los casos, aunque para EBA, 8 grupos recabaron datos cualitativa y cuantitativamente, aspecto poco identificado con los otros materiales.

Tabla 5

Análisis de los diseños y de los sistemas de obtención de datos planificados y realizados por los grupos de alumnos

Categorías/Subcategorías		Grupos (n=20)		
		Esponja, bayeta, algodón	Hilo	Plástico
Planificación de diseños	Diseños coherentes con el problema que aportan cierta singularidad	0	7	2
	Diseños coherentes con el problema	20	13	14
	No propone diseño experimental	0	0	4
Obtención de datos	Datos cualitativos y cuantitativos	8	2	1
	Datos solo cuantitativos	9	11	9
	Datos solo cualitativos	3	6	3
	No aporta datos de investigación	0	1	7

Los grupos, incluso sin haber ensayado con todos los utensilios propuestos, elaboraron conclusiones y consideraron la esponja como el más idóneo. Las conclusiones se caracterizaron por:

- Estar basadas en los resultados y en las características del material/objeto, (11 grupos) -*“Con los resultados obtenidos ... aconsejaríamos la esponja como el mejor material para trasvasar agua, dado que fue el que más cantidad de agua absorbió. Además, una esponja tiene diminutos tubos que el agua invade y por los que trepa”* (A12)-
- Estar justificadas solo en función de los datos obtenidos (4 grupos) -*“la esponja es el método a través con el que se trasvasa mayor cantidad de agua, pues tan solo se perdieron 2 ml”*(A24)-.
- Responder al simple enunciado del material más idóneo (5 grupos).

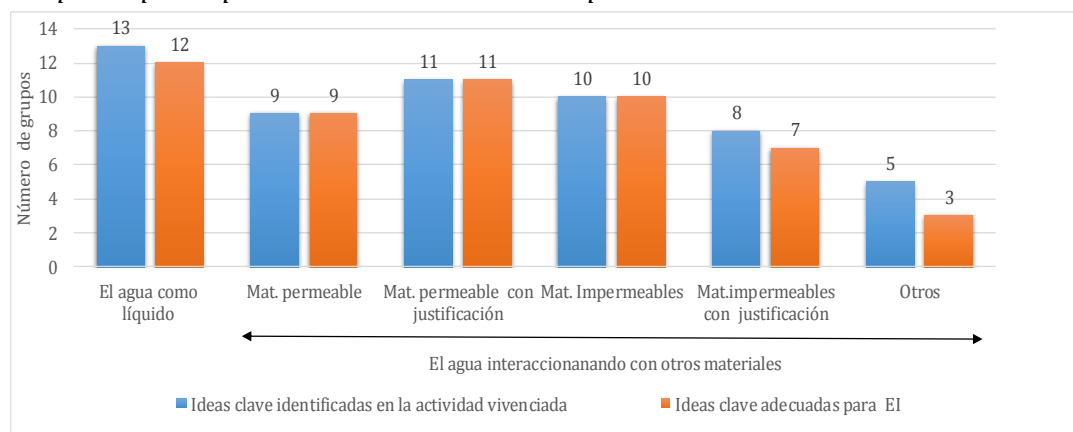
Los estudiantes, una vez vivenciada la actividad, identificaron las ideas clave que

ésta permite enseñar (ver figura 2). Dichas ideas se corresponden con las características del agua como líquido (13 grupos), y con la interacción del agua con otros materiales. Con relación a esto último todos aludieron a la existencia de materiales permeables, justificando/explicando 11 de ellos esta característica -“*el agua se introduce en los poros de los distintos materiales* cuántos más poros, más agua coge” (A11)- mientras 18 grupos se refirieron a los materiales impermeables, especificando características 8 de ellos, -“*El plástico es impermeable ... el agua se queda en su superficie, esta propiedad también hace que se escurra y que el agua que no entre*” (A25)-. Bajo la denominación otros se recogen las ideas clave de 5 grupos que consideraron la influencia de la gravedad en la eficacia del diseño del trasvase de agua cuando se emplea el hilo. Cabe indicar que ningún grupo ha hecho referencia a ideas asociadas a contenidos epistémicos en esta actividad de indagación.

En general las ideas clave emanadas de la experiencia vivida se consideran adecuadas para EI, siendo pocos los grupos que justificaron su exclusión, señalando como causa de la misma la dificultad para el nivel de EI. Concretamente un grupo manifestó que no mantendría en EI la característica del agua como líquido, otro grupo no lo haría con la idea de material impermeable justificada a nivel microscópico y otros dos excluirían la influencia de la gravedad en el diseño del trasvase del agua mediante el uso de hilos.

Figura 2

Ideas clave que, en opinión del alumnado, permite desarrollar la actividad vivenciada y las que los participantes consideran adecuadas para EI



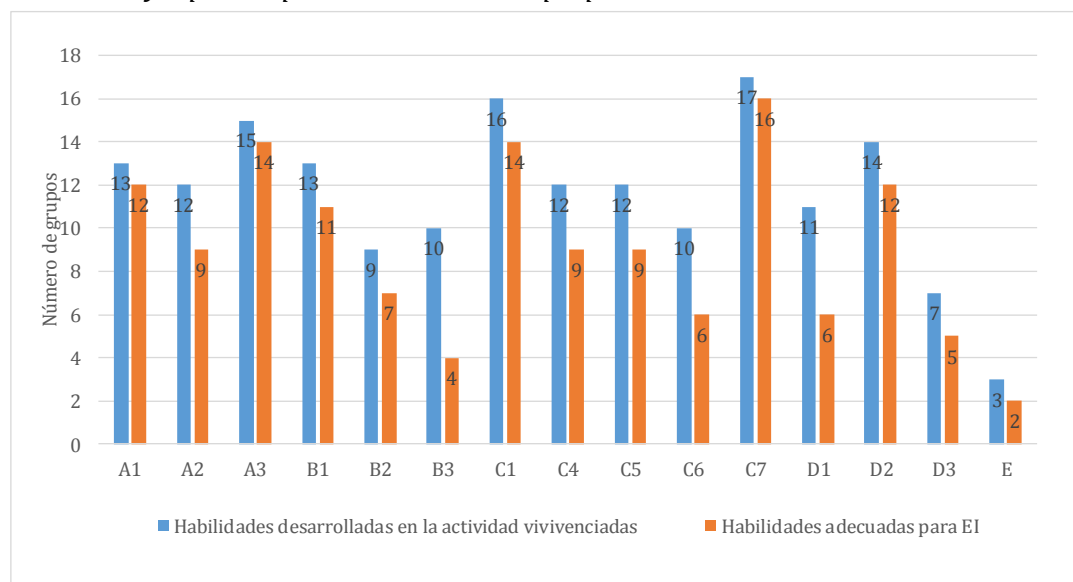
En la figura 3 se muestran las habilidades que identificaron los grupos de estudiantes al vivenciar la actividad. En general citaron habilidades de los cuatro tipos empleados en el análisis. Las más señaladas, por entre 15 y 17 grupos, fueron comparar/clasificar (A3), observar (C1) y manipular (C7), y las menos indicadas, por menos de 10 grupos, explicar (B2) y argumentar (D3), el resto fueron reconocidas por entre 10 y 14 grupos. Cabe señalar que un número muy reducido de equipos citó otras habilidades (E), de tipo social y personal, como gestionar el tiempo o trabajar en grupo.

Por otra parte, todas las habilidades identificadas fueron consideradas idóneas para infantil, aunque siempre por un número menor de grupos. La diferencia entre las habilidades vivenciadas y las consideradas adecuadas para EI es mayor en los casos de justificar(B3), obtener datos(C6) y analizar/interpretar datos(D1)-, donde el número de grupos que la identifican en la actividad vivenciada es superior a 10 y el que las consideran idóneas para EI desciende a menos de 6.

Las justificaciones citadas para no considerar determinadas habilidades en EI, se basaron fundamentalmente en la dificultad que supone para los niños dadas sus capacidades, *“los niños no cuentan con un desarrollo cognitivo suficiente como para plantear hipótesis, sacar conclusiones por ellos solos de un experimento ni mucho menos argumentar en contra o a favor de ellos”* (B15)-. Algunos grupos, aun optando por mantener habilidades identificadas en la actividad vivenciada en EI, matizan la importancia de contemplar la dirección/intervención docente, refiriéndose específicamente 10 grupos a habilidades cognitivas básicas -establecer relaciones (A2) o comparar(A3)-, y dos grupos a la obtención de datos (C6).

Figura 3

Habilidades/capacidades que, en opinión del alumnado, permite desarrollar la actividad vivenciada y aquellas que se mantiene en la propuesta de enseñanza



Significado de las abreviaturas:

- A. Cognitivas básicas: A1. Identificar las características de cada objeto/material; A2. Establecer relaciones entre materiales permeables/impermeables; A3. Comparar y clasificar los materiales.
- B. Relativas al uso del conocimiento: B1. Describir; B2. Explicar; B3. Justificar.
- C. Relacionadas con la evaluación y el diseño de investigaciones científicas: C1. Observar el fenómeno; C4. Plantear hipótesis; C5 Planificar y buscar el mejor diseño; C6. Obtener datos; C7. Manipular materiales o usar instrumentos.
- D. Asociadas a la interpretación de datos y evidencias científicas: D1. Analizar e

- interpretar los datos; D2. Obtener conclusiones; D3. Argumentar.
E. Otras: Gestionar el tiempo, trabajar en grupo, etc.

El análisis de las propuestas de enseñanza realizadas por los futuros maestros de EI y los ejemplos ilustrativos se recoge en la tabla 6. En ella se aprecia que la práctica totalidad de los participantes (19 grupos) explicitaron el problema de indagación de forma contextualizada en el ámbito académico o cotidiano. El grado de dirección docente en el marco del desarrollo de tareas fue también detallado por todos los grupos, explicitando más de la mitad de ellos aspectos asociados a más de una de las subcategorías consideradas. Por ejemplo en algunos diseños se consideraron tanto momentos de libertad como momentos de dirección de la experimentación en relación a la hipótesis y/o de la manipulación/uso de materiales, aunque esto último solo fue considerado por 6 grupos.

Otros aspectos se especificaron poco o no fueron atendidos. Concretamente la propuesta de hipótesis se trató genericamente o fue omitida por la mitad de los equipos, incluyendo la otra mitad preguntas específicas en sus diseños. Además, no todo el alumnado consideró la recogida y el análisis de datos, resultando más frecuente la especificación del análisis de datos, es decir comparación y clasificación de los mismos (13 grupos), que el propio registro de observaciones, proponiendo la utilización de tablas adaptadas a EI. Solo dos grupos detallaron ambos aspectos. En este mismo sentido el tratamiento de las conclusiones a través de preguntas específicas, dirigidas a relacionar éstas con las hipótesis de partida y/o los datos obtenidos, o bien dirigidas a la búsqueda de una explicación para las mismas basada en las características del material empleado, solamente fue identificado en las propuestas de enseñanza de 9 grupos. El resto se limitaron a citar genéricamente que se obtendrán conclusiones o simplemente evitaron este particular.

Tabla 6

Análisis de las propuestas de enseñanza realizadas por los estudiantes

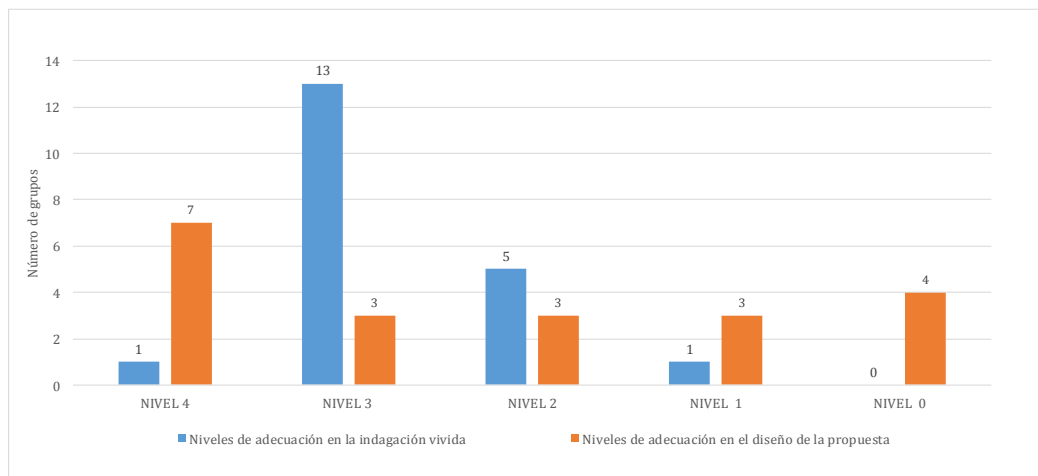
Categorías	Grupos (n=20)	Ejemplos
Se contempla un contexto Se plantea un problema a resolver	Cotidiano	10 <i>"Queremos pasar el agua de un cubo a otro porque queremos ir a regar las plantas del patio. No sabemos cómo hacerlo porque pesa demasiado, ¿cómo podemos verter el agua de un recipiente a otro?" (A22)</i> <i>"... hay un fregadero atascado y tenemos que vaciar el agua y traspasarla a otro recipiente ¿Qué podemos hacer?" (A11)</i>
	Académico	9 <i>"Tomaría como referencia el agua y hablaríamos de sus propiedades. Comentaríamos concretamente que el agua se adapta a los diferentes recipientes..... ¿Cómo podemos pasar de un recipiente a otro el agua sin volcar el recipiente?" (A24)</i>
No hay contexto ni preguntas	1	<i>"Presentar la actividad y sus materiales, tenemos materiales sólidos y un líquido (el agua)" (A13)</i>

Propuesta de hipótesis	Explícita con preguntas específicas	10	"¿Qué crees que va a pasar?, ¿qué material crees que es el más adecuado?" (A14) ¿Cuál creéis que es el material más apropiado para pasar el agua de un vaso a otro?" (B16)
	Genérica	5	"Dejaremos que hagan sus planteamientos e hipótesis y nos las muestren, para que así tengan libertad de experimentación" (A33)
	No se formulan	5	
Grado de dirección docente en la planificación de tareas	Dirigida en coherencia con la hipótesis.	12	"Es hora de comprobar si estaban en lo cierto con las hipótesis anteriormente señaladas. ¿Teníais razón sobre el material con el que resulta más fácil y más difícil hacerlo? En este caso, el/la docente emplazaría a usar material por material.... con unos es más fácil y rápido hacerlo que con otros" (B14)
	Dirigida en sentido manipulativo	6	"Enseñaríamos los materiales y objetos y explicaríamos como es el procedimiento de uso en la actividad" (B12)
	Libre	12	"Dar el material a los alumnos y dejarlos experimentar libremente" (A23)
Recogida y análisis de datos	Registro de datos y su análisis (comparación/ clasificación)	2	"Registrar los resultados (aporta tabla adaptada), ¿por qué crees que este material es el que más agua absorbe" (A14) "Clasificarlos en orden de mejor a peor absorción según su consideración (aporta tabla adaptada) y justificarlo con sus palabras" (A15)
	Análisis de datos (comparación/ clasificación)	13	"¿Qué materiales son mejores para pasar el agua de un tupper a otro? y ¿peores?" (A32) "¿Qué material es el más eficaz para la realización del trasvase?"(A33)
	No se especifican	5	
Conclusiones	Justificadas	9	"... hacer una puesta en común entre todos y todas, donde expliquen, si sus hipótesis eran correctas o no, quién tardó más, quién tardó menos, qué objeto era más adecuado y por qué,... permitiéndonos llegar a una conclusión final." (A21) "¿Teníais razón sobre el material con el que resulta más fácil y más difícil hacerlo? En este caso, el/la docente empezaría material por material a explicar por qué motivos (porosidad, capacidad de absorción, etc.) con unos es más fácil y rápido hacerlo que con otros" (B14)
	Genéricas	7	"...Luego entre todos, consensuaremos las conclusiones a las que hemos llegado"(A33)
	No se especifican	4	

Se presenta finalmente un análisis comparativo del nivel de adecuación alcanzado por los grupos de estuđianes en lo que respecta a la indagación vivenciada y al diseño de la indagación dirigida a EI (Figura 4). En términos generales el nivel de adecuación es superior en la actividad vivenciada, pues 14 grupos alcanzaron niveles altos -3 o 4- y solo uno de ellos bajo -nivel 1-, mientras que en la actividad diseñada, 10 grupos obtuvieron niveles altos -3 o 4- y 7 bajos, 4 de ellos incluso nivel 0.

Figura 4

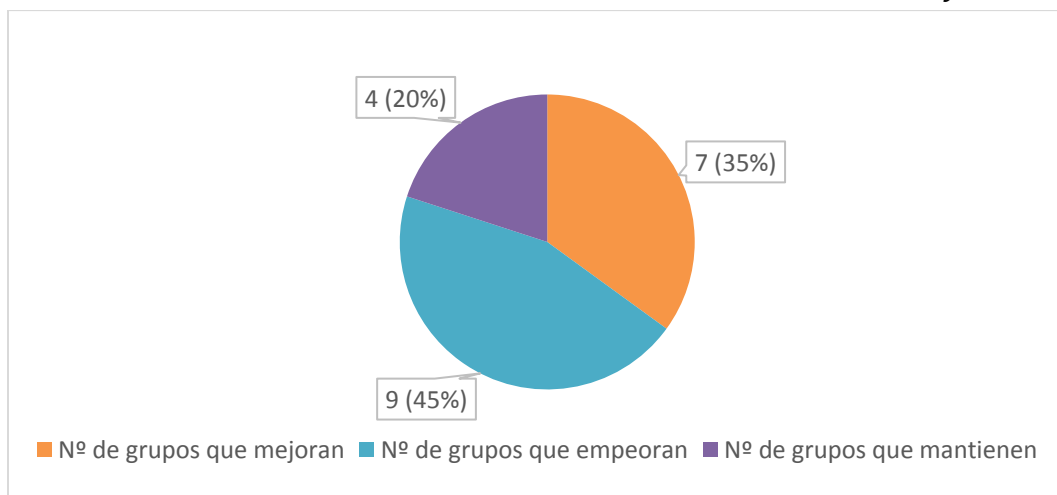
Nivel de adecuación alcanzado por los grupos de estudiantes en la indagación vivenciada y la indagación diseñada



Un estudio más detallado e individualizado de cada grupo (Figura 5) muestra que no hay una tendencia clara de mejora o de empeoramiento entre los niveles alcanzados en la actividad vivenciada y en el diseño, pues el número de grupos que suben y bajan de nivel es muy similar (7 y 9 grupos respectivamente), siendo menos frecuente los grupos que mantienen el mismo nivel. Concretamente 3 mantienen nivel alto (3 o 4) y uno nivel 1.

Figura 5

Cambios de nivel de adecuación entre el alcanzado en la actividad vivenciada y diseñada



Conclusiones y discusión

En este trabajo se ha empleado y justificado una actividad dirigida a la formación de maestros de EI, tratando de conjugar en ella la vivencia de una indagación y su trasposición al aula de EI. Su desarrollo nos ha permitido dar respuesta a las tres preguntas de investigación planteadas llegando a las siguientes conclusiones:

- Los participantes, en su mayoría, han realizado aceptablemente bien la sencilla indagación planteada pues, todos propusieron buenos diseños que les permitieron obtener datos cuantitativos/cualitativos que, salvo excepciones, utilizaron para elaborar conclusiones, mayoritariamente justificadas.
- Los estudiantes identificaron habilidades diversas e ideas clave (contenidos) relativas a los tipos de materiales -objetos permeables e impermeables-, aunque sin citar aspectos asociados al contenido epistémico que la actividad vivenciada permitía enseñar. También consideraron que las ideas identificadas y que la mayoría de las habilidades podrían ser empleadas en EI.
- Los participantes fueron capaces de trasponer la actividad vivenciada al aula de infantil, diseñando una propuesta de intervención. Sin embargo, el nivel de adecuación en lo que se refiera al grado de especificación y concreción de ciertos aspectos, fue más deficiente. En términos comparativos los futuros maestros tuvieron menos dificultades para realizar la indagación que para plantear la propuesta de su enseñanza adaptada a EI.

La vivencia de las practicas científicas es necesaria para la formación docente en la medida que sirve de base para el enfrentamiento adecuado de la actividad profesional, tal y como se trató de justificar en la introducción. Nuestro alumnado ha resuelto sin problema una indagación, asumible en su opinión para trabajar en EI. Sin embargo, a la hora de definir las posibilidades educativas de la misma, es decir, qué permite aprender/enseñar, sus reflexiones resultaron más cuestionables. Si bien es verdad que identifican sin problema los contenidos asociados a los tipos de materiales en interacción con el agua –permeables e impermeables-, justificando incluso las características que permiten o impiden el fenómeno de absorción de líquidos, tienen problemas para apreciar el contenido epistémico relativo a la indagación. Lo indicado pudo estar condicionado por el desarrollo de las sesiones expositivas de nuestro programa formativo que, en esta ocasión, se realizó en formato online debido a la situación de pandemia. En él se contempla la presentación previa de las características de la ciencia y su metodología, asociando todo ello, como es habitual, a su relevancia para la formación docente en lo que se refiere a la adquisición, no solo de habilidades científicas, sino del propio contenido epistémico que las justifica. La falta de diálogo e interacción pudo haber influido, aunque somos conscientes de que la aplicación del conocimiento teórico/didáctico en contextos concretos no es una tarea sencilla y requiere su correspondiente reflexión intencional (Greca, 2016).

A pesar de que el número de grupos participantes no es amplio y por tanto los datos han de tomarse con cautela, la identificación de habilidades científicas en la actividad vivenciada merece un comentario específico, pues sería deseable una consideración más amplia de las mismas. Cabe indicar que incluso las habilidades más evidentes, como manipular, observar o también comparar/clasificar, asociadas estas últimas

directamente a la diferenciación de los materiales, contenido ampliamente asumido, no fueron identificadas por todos los grupos participantes. Por otra parte, también llama la atención que no hayan aflorado en mayor medida habilidades como la recogida y el análisis de datos, imprescindibles para obtener conclusiones, y la explicación y la argumentación para justificarlas, todas ellas inherentes a la utilización de pruebas científicas, una de las capacidades indiscutibles para adquirir la competencia científica (OCDE, 2016). En cualquier caso, hemos de ser conscientes de que el análisis didáctico de las actividades de enseñanza, no es una tarea fácil, incluso habiéndola vivenciado (García Barros et al., 2017).

En este mismo sentido, tampoco es sencillo diseñar propuestas de enseñanza (Toma et al., 2017) o actividades adecuadas para la EI (Cruz Guzmán et al., 2020a). Concretamente en este trabajo los diseños se caracterizaron por un planteamiento adecuado del problema, bien contextualizado, aspecto que es esperable en los colectivos de maestros de infantil, dada su sensibilidad sobre este particular. Además, se caracterizaron por la especificación del grado de dirección docente en la planificación de tareas, reconociendo el tipo de ayuda y los momentos de mayor o menor dirección. Sin embargo, junto a estos aspectos positivos, hay otros menos especificados o que simplemente no se tienen en cuenta. Nos referimos a la recogida y análisis de datos y a la obtención de conclusiones. Los primeros se caracterizaron por la omisión prácticamente general del uso de recursos de representación de datos adaptados a EI. Estos instrumentos resultan adecuados para hacer más fidedigno y riguroso el proceso de indagación, y constituirían un apoyo para la dirección sistemática de la observación que debe ejercer el docente para hacer aflorar el uso de evidencias (Monteira & Jiménez-Aleixandre, 2016). Tal omisión, quizás, se pueda relacionar con la dificultad que mostraron los participantes para identificar la obtención y el análisis/interpretación de datos en el marco de la actividad vivenciada y también con que fueron pocos los que consideraron idóneas estas habilidades para ser utilizadas en EI. Por otra parte, y con relación a la consideración de la conclusión, cabe indicar que, si bien fue genérica o inexistente en bastantes diseños, en otros recibió una especial atención, reflejando sus autores inquietud por justificarla a la luz de las hipótesis y/o de los resultados y/o de las características de los materiales, llegando al uso espontáneo de la modelización, al identificar poros, tubos... observables o no en los materiales permeables, aspectos estos que son especialmente valorables porque denotan un acercamiento a la argumentación.

Finalmente conviene destacar que el análisis individualizado de cada grupo de participantes no ha permitido establecer una tendencia clara en la mejora o no de la calidad de sus producciones en el transcurso de tareas, aspecto que por otra parte está condicionado por el reducido número de grupos, aunque también por otros factores, entre ellos la propia implicación de los estudiantes en las mismas. En cualquier caso, estos resultados, aun con sus limitaciones, tendrán una influencia en la SEA que hemos planteado para la formación del profesorado de EI y servirán para mejorar la práctica científica vivenciada y su adaptación a EI en el marco de nuestra IBD.

Centrándonos ahora en esos puntos de mejora, destacamos en primer lugar la necesidad de atender con más detalle y tiempo de reflexión, a la naturaleza de la ciencia que debe impregnar de forma transversal la SEA. Es necesario que el futuro maestro

conozca, identifique y utilice en sus análisis y diseños el referente que le proporcionan los contenidos epistémicos. Por ello, aportaremos instrumentos que faciliten al futuro maestro de EI la recogida de datos adaptada a ese nivel. Esto permite evidenciar que los niños pueden y deben manejar y representar medidas de peso, capacidad o de tiempo a nivel cualitativo, aspectos estos que inciden en las habilidades de razonamiento (Cantó et al., 2016), deseables ya para trabajar en EI. Además, exigiremos con mayor contundencia, empleando preguntas específicas en los distintos momentos –vivencia/análisis/diseño de la actividad-, la explicación y justificación de las conclusiones, basadas en evidencias: datos y las características de los materiales objetos o fenómenos. Consideramos que las acciones citadas contribuirán a mejorar la captación del significado de los contenidos epistémicos en el marco de la práctica científica.

En definitiva, la implicación en prácticas científicas, ya en EI, pueden tener un recorrido interesante, pues se ha demostrado que los niños de este nivel tienen capacidades para ello (Piekny et al., 2014; Monteiro & Jiménez-Aleixandre, 2016; Cruz-Guzmán et al., 2017) si el profesional sabe dirigirlos, de ahí la importancia de que el docente desarrolle la capacidad de orientar las observaciones y en definitiva conducir la acción indagatoria en sus distintos momentos. Además, este tipo de prácticas no solo influyen en el desarrollo de contenidos, experiencias y habilidades, sino también en el de actitudes y en la promoción de emociones positivas hacia la ciencia y su aprendizaje. Este aspecto, aunque no ha sido atendido en este trabajo, resulta una línea de investigación en expansión, que cobra especial relevancia en la formación docente (Jiménez-Liso et al., 2021).

Agradecimientos

Trabajo financiado por el Ministerio de Ciencia e Innovación (PID2020-119259GA-I00).

Referencias

- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, A., Williams-Pinto, L., Vílchez-González, J. M., & Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción Española. *Revista de Educación*, 381, 259-284. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388>
- Alarcón-Orozco, M. M., Franco-Mariscal, A. J., y Blanco-López, A. (2022). Ayudando a maestros en formación inicial a desarrollar indagaciones en la Educación Infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 19(1), 1601. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2022.v19.i1.1601>
- Aragón, L., Jiménez, N., Eugenio, M., y Vicente, J.J. (2016). Acercar la ciencia a la etapa de infantil: experiencias educativas en torno a talleres desde el Grado de Maestro en Educación Infantil. *Revista Iberoamericana de Educación*, 72, 105-128.
- Calo, N., García-Rodeja, I., y Sesto, V. (2021). Construyendo conceptos sobre

- electricidad en infantil mediante actividades de indagación. *Enseñanza de las Ciencias*, 39(2), 223-240. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3238>
- Cantó Doménech, J., de Pro Bueno, A., y Solbes, J. (2016) ¿Qué ciencias se enseñan y cómo se hace en las aulas de educación infantil? La visión de los maestros en formación inicial. *Enseñanza de las Ciencias*, 34(3), 25-50. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1870>
- Cañal, P. (2006). La alfabetización científica en la infancia. *Aula de Infantil*, 33, 5-9.
- COSCE. (2011). *Informe Enciende. Enseñanza de las Ciencias en la Didáctica Escolar para edades tempranas en España*. Rubes Editorial. Recuperado de: https://www.cosce.org/pdf/Informe_ENCIENDE.pdf
- Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A., y Criado, A. M. (2017). Aprendiendo sobre los cambios de estado en educación infantil mediante secuencias de pregunta-predicción- comprobación experimental. *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 175-193. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2336>
- Cruz-Guzmán, M., García-Carmona, A., y Criado, A. M. (2020a). Analysis of the models proposed by prospective pre-primary teachers when studying water. *International Journal of Science Education*, 42(17), 2876-2897. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1841327>
- Cruz-Guzmán, M., Puig, M., y García-Carmona, A. (2020b). ¿Qué tipos de actividades diseñan e implementan en el aula futuros docentes de Educación Infantil cuando enseñan ciencia mediante rincones de trabajo? *Enseñanza de las Ciencias*, 38(1), 27-45. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2698>
- Eshach, H. (2006). *Science Literacy in primary Schools and Pre-Schools*. Springer.
- Fernández, R., y Bravo, M. (2015). *Las ciencias de la naturaleza en la Educación Infantil*. Pirámide
- Ferrés, C., Sanmartí, N., y Marbá, A. (2015). ¿Cómo evaluar los trabajos de indagación del alumnado? *Alambique*, 80, 1-10.
- García-Barros, S. (2017). Conocimiento científico conocimiento didáctico. Una tensión permanente en la formación docente. *Campo Abierto Revista de Educación*, 35(1), 31-44.
- García-Barros, S., Martínez Losada, C., & Fuentes Silveira, M^a.J. (2017). Conjugando el ámbito científico y didáctico en la formación docente. El caso del modelo de ser vivo. *X Congreso Internacional sobre Investigación en Didáctica de las Ciencias*, Sevilla.
- Gómez-Motilla, C., y Ruiz-Gallardo, J. J. (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. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2016.v13.i3.10
- Greca, I. M. (2016). Supporting pre-service elementary teachers in their understanding of inquiry teaching through the construction of a third discursive space. *International Journal of Science Education*, 38(5), 791-813.

- <https://doi.org/10.1080/09500693.2016.1165892>
- Greca I. M., Meneses, J. A., & Díez Ojeda, M. (2017). La formación en ciencias de los alumnos del Grado en Maestro de Educación Primaria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 16(2), 231-256.
- Guisasola J., Ametller J., y Zuza K. (2021) Investigación basada en el diseño de Secuencias de Enseñanza-Aprendizaje: una línea de investigación emergente en Enseñanza de las Ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1801.
<http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2021.v18.i1.1801>
- Harlen, W. (2013). *Assessment & inquiry-based science education: issues in policy and practice*. IAP.
- Jiménez-Liso, M^a.R., Martínez-Chico, M., Avraamidou, L., y López-Gay, R. (2021). Scientific practices in teacher education: the interplay of sense, sensors, and emotions. *Research in Science & Technological Education*, 39(1), 44-67.
<https://doi.org/10.1080/02635143.2019.1647158>
- Kenyon, L., Davis, E. A., y Hug, B. (2011). Design approaches to support preservice teachers in scientific modeling. *Journal of Science Teacher Education*, 22(1), 1-21.
<https://doi.org/10.1007/s10972-010-9225-9>
- Laya, P., y Martínez Losada, C. (2019). La competencia científica en los libros de texto de Educación Primaria. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 3(1), 71-83.
<https://doi.org/10.17979/arec.2019.3.1.5000>
- López-Gay, R., Jiménez-Liso, M^a. R., Martínez-Chico, M^a., y Giménez, E. (2018). Prácticas científicas organizadas en indagación sobre flotación para la formación inicial de docentes. En C. M. Losada & S. G. Barros (Eds.), *Encuentros de Didáctica de las Ciencias Experimentales. Iluminando el cambio educativo* (pp. 901-906). Universidade da Coruña.
- Lorenzo, M., Sesto, V., y García-Rodeja, I. (2018). Una propuesta didáctica para la construcción de un modelo precursor del aire en la Educación Infantil. *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 55-68.
<https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4628>
- Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M. R., y Evagorou, M. (2020). Design of a pre-service teacher training unit to promote scientific practices. is a chickpea a living being? *International Journal of Designs for Learning*, 11(1), 21-30.
<https://doi.org/10.14434/ijdl.v11i1.23757>
- Martínez-Chico, M., Jiménez Liso, M. R., y López-Gay Lucio-Villegas, R. (2015). Efecto de un programa formativo para enseñar ciencias por indagación basada en modelos, en las concepciones didácticas de los futuros maestros. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 12(1), 149-166.
<http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensen divulg cienc.2015.v12.i1.10>
- Mazas, B., Gil-Quílez, M. J., Martínez-Peña, B., Hervás, A., & Muñoz, A. (2018). Los niños de infantil piensan, actúan y hablan sobre el comportamiento del aire y del agua.

- Enseñanza de las ciencias*, 36(1), 163-180.
<https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.2320>
- Mellado, V. (2011). *Formación del profesorado de ciencias y buenas prácticas: el lugar de la innovación y la investigación didáctica*. En A. Caamaño (Ed.), *Física y química. Investigación, innovación y buenas prácticas* (Vol. III, pp. 11-30). Graó.
- Mérida, R., Torres-Porras, J., y Alcántara, J. (2017). *Didáctica de las Ciencias Experimentales en educación infantil. Un enfoque práctico*. Síntesis.
- Monteira, S. F., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2016). The practice of using evidence in Kindergarten: The role of purposeful observation. *Journal of Research in Science Teaching*, 53(8), 1232-1258. <https://doi.org/10.1002/tea.21259>
- Monteira, S., y Jiménez-Aleixandre, M. P. (2019). ¿Cómo llega el agua a las nubes? Construcción de explicaciones sobre cambios de estado en educación infantil. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(2), 2101. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2101
- OCDE. (2016). *PISA 2015 Science Framework*. OCDE.
- Osborne, J. (2014). Scientific Practices and Inquiry in the Science Classroom. En N. G. Lederman (Ed.), *Handbook of Research on Science Education* (pp. 579-599). Lawrence Erlbaum Associates Publishers.
- Osborne, J., y Dillon, J. (2008). *Science education in Europe: Critical reflections*. Nuffield Foundation. Recuperado de <http://www.fisica.unina.it/traces/attachments/article/149/Nuffield-Foundation-Osborne-Dillon-Science-Education-in-Europe.pdf>
- Peinado, R., Aguilar, D., Solé, A., y El Hajmouni, Y. (2022). Implementación y análisis de un patio científico en la etapa de Educación Infantil. *Didacticae*, 11. Recuperado de <https://repositori.udl.cat/bitstream/handle/10459.1/72329/031794.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Piekny, J., Dietmar, D., y Maehler, C. (2014) The Development of Experimentation and Evidence Evaluation Skills at Preschool Age, *International Journal of Science Education*, 36(2), 334-354. <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.776192>
- Real Decreto 1630/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas del segundo ciclo de Educación Infantil. 4 de enero de 2007. BOE. Nº 4.
- Shulman, L. S. (1986). These Who Understand: Knowledge in Teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14.
- Toma R. B., Greca I. M., y Meneses, J. A. (2017). Dificultades de maestros en formación inicial para diseñar unidades didácticas usando la metodología de indagación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 14(2), 442-457. http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2017.v14.i2.11
- Verdugo, J. J., Solaz, J. J. y Sanjosé, V. (2019). Evaluación del conocimiento científico en maestros en formación inicial: el caso de la Comunidad Valenciana. *Revista de*

Educación, 383, 133-162. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2019-383-404>

La autoridad en la era inclusiva: un estudio de caso con niños y niñas de educación primaria

Irene CORRES-MEDRANO
Pilar ARISTIZABAL
Nagore OZERINJAUREGI

Datos de contacto:

Irene Corres-Medrano
Universidad del País Vasco
irune.corres@ehu.eus

Pilar Aristizabal
Universidad del País Vasco
p.aristizabal@ehu.eus

Nagore Ozerinjauregi
Universidad del País Vasco
nagore.ozerinjauregi@ehu.eus

Recibido: 05/02/2021
Aceptado: 27/01/2022

RESUMEN

El presente trabajo reflexiona sobre el lugar que hoy ocupa la autoridad en el contexto educativo, particularmente en las escuelas que presentan mayor segregación étnico-cultural. Se pretende responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿qué prácticas desarrolla el profesorado para abordar la resolución de conflictos y garantizar una adecuada convivencia en el contexto de aulas diversas? ¿cómo se ejerce la autoridad en dichas aulas? Para intentar responder a estos y a otros interrogantes relacionados con esta problemática, se ha llevado a cabo una investigación de corte cualitativo en tres centros escolares de Vitoria-Gasteiz que presentan un alto nivel de segregación étnico-cultural. Los instrumentos empleados para la recogida de la información han sido la observación participante y la entrevista. Los resultados indican que cada vez se tiende más a un estilo de autoridad democrático, a través del cual se razonan y consensuan las normas con el alumnado. Sin embargo, a pesar de la buena voluntad del profesorado, se ha constatado que en momentos críticos aún se recurre al refuerzo y otras medidas punitivas (uso de la amenaza, castigo, etc.), medidas que pedagógicamente no pueden considerarse adecuadas. Se concluye que la disciplina debe basarse en el respeto mutuo y los límites, dirigidos a promover la reflexión y el pensamiento crítico, siempre con un fin pedagógico. Asimismo, se destaca la necesidad de impulsar una formación continua que garantice un adecuado desarrollo personal del profesorado que facilite la gestión de los límites en contextos desaventajados.

PALABRAS CLAVE: Autoridad docente; Segregación escolar; Escuela; Inclusión.

Authority in the inclusive age: a case study with primary school children

ABSTRACT

This paper reflects on the place that authority occupies today in the educational context, particularly in schools with greater ethnic-cultural segregation. It aims to answer the following research questions: what practices do teachers develop to address conflict resolution and ensure adequate coexistence in the context of diverse classrooms? How is authority exercised in these classrooms? In order to try to answer these and other questions related to this problem, a qualitative research was carried out in three schools in Vitoria-Gasteiz with a high level of ethnic-cultural segregation. The instruments used for the collection of information were participant observation and interviews. The results indicate that there is an increasing tendency towards a democratic style of authority, through which rules are reasoned and agreed upon with the students. However, despite the willingness of teachers, it was found that at critical moments, reinforcement and other punitive measures (use of threats, punishment, etc.) are still used, measures that cannot be considered pedagogically adequate. It is concluded that discipline should be based on mutual respect and limits, aimed at promoting reflection and critical thinking, always with a pedagogical purpose. It also highlights the need to promote continuous training to ensure adequate personal development of teachers to facilitate the management of limits in disadvantaged contexts.

KEYWORDS: Teacher authority; School segregation; Schools; Inclusion.

Introducción

La educación escolar tiene una gran responsabilidad social, ya que facilita a las nuevas generaciones su desarrollo personal en todas las dimensiones y promueve la construcción y mejora de la sociedad a partir del entorno más próximo (Díaz & Conejo, 2012). Por ello, ante los cambios sociales producidos en la actualidad, resulta imprescindible un cambio en la concepción del centro educativo. Éste debe estar abierto a la diversidad y ser capaz de acoger y responder a las necesidades de todo el alumnado. Sin embargo, al hablar de diversidad cultural, por más que pese, resulta inevitable hablar de segregación. Murillo y Martínez-Garrido (2018), alarman sobre índices de segregación escolar extremos en España, encontrándose algunas comunidades autónomas de la península entre las más altas de Europa. En el caso del País Vasco, encontraron una situación de segregación escolar media, es decir, 0,33 según el índice de Gorard y 0,29 según el de Aislamiento recogidos por estos autores. En el caso de los centros participantes en este estudio, son centros con concentraciones de alumnado inmigrante superiores al 70%.

Convivir en la segregación resulta complejo, más aún cuando el sistema educativo no está capacitado para combatir las desigualdades sociales. Es por ello, que

numerosos niños y niñas ven comprometido su desarrollo, siendo vulnerados sus derechos humanos. Considerando los cambios vertiginosos que se están dando en nuestra sociedad, en opinión de García-Raga et al. (2017) es necesaria una reforma educativa que actualice las respuestas educativas frente a la mejora de la convivencia y configuración de una ciudadanía democrática.

En este escenario en el que la complejidad se acrecienta cada vez más, Tallone (2011) sostiene que la autoridad docente está en búsqueda de un nuevo reconocimiento que le otorgue legitimidad. Para ello resulta oportuno hacerse eco de las palabras de Freire (2002):

Nadie aprende tolerancia en un clima de irresponsabilidad en el cual no se hace democracia. El acto de tolerar implica el clima de establecer límites, de principios que deben ser respetados. Es por esto por lo que la tolerancia no es la simple connivencia con lo intolerable. Bajo el régimen autoritario, en el cual se exagera la autoridad, o bajo el régimen licencioso, en el que la libertad no se limita, difícilmente aprenderemos la tolerancia. La tolerancia requiere respeto, disciplina, ética. (pp. 79-80)

Educación inclusiva para combatir la segregación

La segregación escolar representa una barrera para avanzar hacia un sistema educativo diverso, equitativo y justo para todo el alumnado (Duoduo & Xiaogang, 2022). Este fenómeno en aumento en los últimos años en numerosos países, no solo afectan a escuelas concretas, sino que vincula a los diferentes centros educativos de una zona, reduciendo tanto la heterogeneidad social y étnica dentro de las escuelas como la composición homogénea entre las escuelas en la misma zona (Collet-Sabé, 2019). La imposibilidad de elegir escuela con la libertad, a la postre, genera situaciones de segregación escolar por nivel socioeconómico que desembocan en una falta de igualdad real de oportunidades. Por lo tanto, la segregación escolar, es uno de los indicadores de falta de equidad educativa (Murillo et al., 2018).

En la coyuntura actual, en la que la sociedad atraviesa una profunda crisis, el papel de las escuelas debe ser más socializador aún, facilitando la inclusión social real de todo el alumnado, con sus características particulares. Este cometido se ve dificultado por los cambios sociales que acarrear procesos de exclusión social a los que, esferas cada vez más amplias de nuestra sociedad, e incluso países enteros, están destinados (Astor & Benbenishty, 2018; Echeita, 2018). Con todo ello, desde las escuelas se trabaja para dar respuesta a una comunidad educativa plural mediante los recursos disponibles y las propias competencias del profesorado, todo ajustado a las políticas pedagógicas vigentes (Messiou & Ainscow, 2020). Pero esto no se soluciona con cambios cuantitativos en los elementos del currículo escolar (disminución de contenidos, sustitución de objetivos), más bien implica cambios cualitativos en lo que respecta a la concepción de la educación.

Para hacer frente a dichos cambios, es necesario cambiar la mirada y caminar hacia una educación inclusiva que tenga en cuenta diversos aspectos psicosociales, como son las características individuales de los niños y de las niñas y de su entorno y que se adapte a sus necesidades personales, psicológicas o sociales (Arnaiz, 2011). Durán y Giné (2011) entienden la educación inclusiva como un proceso de capacitación de los

sistemas educativos para atender a la diversidad del alumnado en el que resulta primordial impulsar el desarrollo profesional de todos sus agentes educativos. Ese proceso requiere la implicación personal y moral del profesorado al ser una pieza clave para el desarrollo de las escuelas inclusivas.

Según Campa y Contreras (2018) los aspectos psicosociales básicos relacionados con los procesos de inclusión son las actitudes, la cultura inclusiva y la práctica docente, que deberán ser considerados a la hora de desarrollar procesos de inclusión en el contexto educativo. Así, se podrán evitar las consecuencias de la segregación escolar, que se pueden manifestar como fracaso escolar, como intolerancia a los límites y a la frustración, agresividad y problemas de autonomía o inseguridad (Rincón-Perdomo, 2019).

Conviviendo en la diversidad: los conflictos, la necesidad de normas y la autoridad

Todas las personas somos diferentes desde muchos puntos de vista: sistema de valores, creencias, intereses, ideologías, etc. Por ello, resulta necesario entender que la diferencia y la diversidad constituyen una fuente de enriquecimiento. Sin embargo, en ocasiones, surgen divergencias y conflictos derivados de la convivencia que pueden generar agresividad o incluso violencia.

Existen diferentes formas de violencia escolar (Astor & Benbenishty, 2018). Según Balsells (2003), por un lado, destacan los actos disruptivos relacionados con la indisciplina que suelen darse dentro del aula como impuntualidad, no hacer los deberes, hablar mientras el profesor o profesora explica, malas posturas, o hablar y enviar mensajes con el móvil. Por otro lado, se refiere a la violencia propiamente dicha. Dicha violencia puede ser física, verbal y psicológica y puede ser dirigida al profesorado mediante insultos, agresiones, burlas...o a sus iguales a través del maltrato entre iguales. También puede ir dirigida a los bienes con acciones como robar material escolar, romper instalaciones, quemar material, inutilizar cerraduras etc. o a la institución a través del absentismo, faltas injustificadas, rechazo escolar, etc. Gordillo et al. (2014) identifican 3 tipos de conductas disruptivas en el aula:

- Conductas que interrumpen el estudio como hablar o molestar a sus compañeros(as), hacer ruidos molestos o gritar en clase, caminar por el aula sin permiso, hacer tareas distintas a las asignadas por el profesorado, etc.
- Conductas que muestran falta de responsabilidad del estudiante como sustraer cosas de los demás, ausentarse de clase indebidamente, evadir responsabilidades y cuando el docente las solicita, desentenderse, etc.
- Conductas que perturban las relaciones sociales en clase, tales como agredir físicamente a sus pares, utilizar lenguaje soez e insulta a sus pares y/o al profesorado.

Estos actos disruptivos, muchas veces son consecuencia de la fragilidad en el vínculo con las personas de referencia (Krause & Smith, 2022; Rivadeneira-Díaz et al., 2019). Esta labilidad en el vínculo a veces genera consecuencias trágicas, como pueden ser las agresiones, las trasgresiones, etc. En resumen, hablamos de las consecuencias de una ruptura del lazo social y de los efectos que conlleva en el psiquismo (Ubieto, 2009).

Para poder armonizar la convivencia de tantas realidades heterogéneas, es ineludible la implantación de estrategias que ayuden a regular esa diversidad (Gutiérrez-Méndez & Pérez-Archundia, 2015). Estas estrategias son parte de la cultura escolar entendida como el conjunto de principios, normas, pautas, rituales, hábitos y prácticas que delimitan formas de hacer y de pensar en forma de tradiciones, regularidades y reglas que proporcionan estrategias para integrarse en el contexto escolar, para llevar a cabo las tareas cotidianas y para sobrevivir a las sucesivas reformas (Davis et al., 2021; Viñao, 2002). Aprender a convivir, es pues, uno de los desafíos que enfrenta el sistema educativo actual, especialmente en aquellas escuelas que cuentan con mayores tasas de alumnado en riesgo de exclusión social (Grau et al., 2016; Tijmes, 2012).

Reflexionando sobre la autoridad en la escuela

Si la disciplina exigida es saludable, lo es también la comprensión de esa disciplina; si es democrática la forma de crearla y de vivirla, si son saludables los sujetos forjadores de la disciplina indispensable, ella siempre implica la experiencia de los límites, el juego contradictorio entre la libertad y la autoridad, y jamás puede prescindir de una sólida base ética. (Freire, 2002, p. 140).

Hasta hace relativamente pocos años, el profesorado representaba para el alumnado una autoridad incuestionable. Actualmente, en la sociedad posmoderna de la información, se menoscaba esa autoridad hasta ahora absoluta. Hoy, el conocimiento está en las redes, por lo que, de la mano de Internet, el saber profesional es cuestionado de manera que tanto las familias como las escuelas tienen dificultades en el ejercicio de la autoridad (Elzo, 2009; Fernández-Enguita, 2007).

El nuevo concepto de responsabilidad parental ha sustituido a la noción de autoridad parental (García-Sánchez & Guerrero-Barón 2011), estableciendo otras dinámicas en las relaciones familiares que han generado una crisis en lo que respecta a la representación de la autoridad. Ahora las familias y el profesorado se posicionan en igualdad y horizontalidad con niños, niñas y adolescentes. Como resultado, las nuevas generaciones, presentan dificultades de autocontrol y tolerancia a la frustración (Bonet et al., 2020; Di Segni, 2019).

El papel del profesorado está siendo fuertemente transformado, viéndose desacreditado y humillado económica y profesionalmente (Carrasco & Luzón, 2019; Fernández-Enguita, 2007). Pero paradójicamente, al mismo tiempo, el profesorado es instado a ejercer la función suplente de un discurso educativo y estructurador, que parece haber perdido soporte en las familias y en la sociedad en general (Recalcati, 2016). Una consecuencia de esta contradicción es la postura defensiva de los propios profesionales, ya que el miedo se convierte en característica condicionante de la relación educativa (Ubieto, 2012).

Abrate et al. (2015) subrayan que resulta complicado lograr concretar semánticamente el concepto de autoridad, debido a su proximidad con otros conceptos similares, particularmente el de poder. El concepto de poder tiene numerosas connotaciones asociadas a la violencia, al dominio, a la disciplina y a la coerción y está fundamentado en una relación asimétrica y jerárquica; la autoridad, por su parte, se

distancia del autoritarismo por ser reconocida y aceptada voluntariamente, pudiéndose hablar de una obediencia libre (Plaza de la Hoz, 2018) y asociándose con la educación en libertad y en responsabilidad.

Igualmente, se puede entender la autoridad asociándola a la disciplina como una serie de normas que garantizan la convivencia democrática, los derechos de los diversos agentes educativos y el bienestar de la colectividad (Martí, 2009), pero también como forma de autodomínio, que permite a una persona conducirse de tal manera que alcance sus objetivos a pesar de las dificultades (Sánchez, 2006). En los tiempos de transformación actuales, se hace preciso cuestionar los espacios sociales vigentes, dejar ir lo que ya no tiene sentido, para poder dar un lugar a algo por venir, que quizás sea una “autoridad en igualdad” (Greco, 2007, p. 68). Ello, lejos de negar el lugar del profesorado y de su autoridad, invitan a repensarlo desde otra óptica.

La educadora democrática, sólo por ser democrática, no puede anularse; al contrario, si no puede asumir sola la vida de su clase tampoco puede, en nombre de la democracia, huir de su responsabilidad de tomar decisiones. Lo que no puede hacer es ser arbitraria en las decisiones que toma. El testimonio de no asumir su deber como autoridad, dejándose caer en la licencia, es sin duda más funesto que el de extrapolar los límites de su autoridad. Hay muchas ocasiones en las que el buen ejemplo pedagógico, en la dirección de la democracia, es tomar la decisión junto con los alumnos después de analizar el problema. (Freire, 2002, p.81)

Desde esta perspectiva se opta cada vez más por modelos normativos adaptados a las características del contexto escolar que permitan generar un espacio prosocial y constructivo más que restrictivo (Herrera et al., 2014; Manzano et al. 2021), así como la capacitación del profesorado en torno al manejo de estrategias de mediación dirigidas a la participación (Muñoz et al., 2014; Vega, 2009). Es decir, se confiere a la autoridad un carácter predominantemente preventivo, imperando el rol educador y abogando por un estilo democrático que requiere del uso de la disciplina inductiva cuyo final deseable es que cada persona construya su autonomía moral.

Los manuales de regulación de la convivencia escolar son reconocidos como instrumentos normativos que guían las relaciones entre las personas de una comunidad educativa, a fin de evitar la arbitrariedad en la imposición de la disciplina y el uso de sanciones sin fines de capacitación (Kröyer et al., 2012; Nail et al., 2018).

Con la intención de brindar apoyo físico y emocional al alumnado, resulta pertinente elaborar una recopilación de los principales aspectos que benefician el clima del aula (Murillo et al., 2011):

- Ambiente ordenado y orientado al trabajo.
- Relaciones de respeto y cariño del profesorado hacia el alumnado, considerando aspectos emocionales y reconociendo logros, actitudes y comportamientos.
- Buenas relaciones entre el alumnado, ausencia de violencia física y verbal, así como de situaciones de discriminación y marginación. La mediación en los conflictos por parte del profesorado considerando circunstancias, emociones y sentimientos del alumnado, modela formas de comunicación y relación adecuadas para expresar y enfrentar sus diferencias.

- Existencia de reglas justas, claras, en lo posible comprendidas y elaboradas por el alumnado que favorecen el autocontrol y la autodisciplina entre los niños y niñas.
- Ambiente físico placentero que incluye la exhibición del trabajo del alumnado, que contribuye a desarrollar la autoestima y un sentido de pertenencia e identidad con la clase y la escuela.

Se puede concluir que la disciplina democrática y negociada consiste en la gestión y regulación de las emociones, resaltando su papel en la toma de decisiones, en la autorregulación y en la convivencia escolar.

Con este estudio se pretende responder a las siguientes preguntas de investigación: ¿qué prácticas desarrolla el profesorado de los centros observados para abordar la resolución de conflictos y garantizar una adecuada convivencia en el contexto de aulas diversas? y ¿cómo se ejerce la autoridad en dichas aulas?

Método

La metodología de este estudio de caso es cualitativa. Desde una perspectiva etnográfica se pretende dar un sentido y un significado a las interacciones (Lecompte & Goetz, 1993) entre el alumnado y las personas profesionales de la educación que forman la comunidad educativa y a cómo se regulan dichas interacciones en el marco de una escuela inclusiva atenta con la diversidad cultural.

Participantes y contexto del estudio

En el estudio han participado tres centros públicos de Educación Primaria Obligatoria de Vitoria-Gasteiz. Al seleccionar los grupos de informantes se ha tenido en cuenta a aquellos centros escolares públicos donde hay un alto índice de segregación escolar. Por ello, el trabajo de campo se ha llevado a cabo en contextos escolares caracterizados por atender a alumnado en situación vulnerable.

Este trabajo contó con la participación de un total de 177 personas, de las cuales 33 son profesionales y 144 son niñas y niños escolarizados en 3º y 4º de primaria con edades comprendidas entre los 9 y los 11 años de edad.

Las 33 personas profesionales pertenecen al equipo directivo (director/a, jefe/a de estudios y consultor/a), profesorado educativo (profesorado tutor, profesorado específico, etc.) y profesorado de apoyo educativo. Todas estas personas, son las que están conectadas diariamente con las dificultades que se pretenden recoger en este estudio.

Atendiendo a los aspectos éticos y legales del estudio y para velar por sus derechos todas las personas han participado voluntariamente tras ser informadas de los objetivos del estudio y las técnicas e instrumentos a utilizar a través del proceso del consentimiento informado. En el caso del alumnado éste ha sido otorgado por escrito por su representante legal (padres, madres, tutores); omitiendo la información referida a los menores cuyas familias denegaron su autorización.

Tabla 1*Relación de las personas participantes*

Centro escolar	Curso	Participantes		
		Alumnado		Profesorado
A	3º	25	4	Profesorado común: 6
	4º	23	2	
B	3º	25	1	Profesorado común: 8
	4º	24	2	
C	3º	25	2	Profesorado común: 5
	4º	22	3	

Fuente. Elaboración propia

Recogida de información

La información se ha recogido mediante la observación participante y la entrevista. A pesar de que la observación sea emergente, para facilitar la recogida de la información se ha partido de unas categorías previas a partir de las dimensiones quién, qué dónde y cuando. Respecto a las entrevistas, se les ha preguntado sobre el clima de convivencia en el centro escolar y en el aula y sobre la repercusión que ello tiene en su trabajo. Se ha preguntado también sobre los motivos más comunes de conflicto y sobre las estrategias utilizadas para la resolución de los mismos. La observación se ha realizado durante 3 meses, con un total de 90 sesiones de trabajo (30 sesiones en cada centro escolar) en espacios de aula, comedor y recreo. Las entrevistas se llevaron a cabo una vez finalizada la observación en las instalaciones de los centros educativos.

La credibilidad de una investigación cualitativa se obtiene cuando a través de observaciones y conversaciones prolongadas se recoge información posteriormente reconocida por las personas participantes como una aproximación a lo que sienten y piensan (Salgado, 2007). Siguiendo los criterios de credibilidad para una investigación cualitativa (Korstjens & Moser, 2018) se han resguardado las notas de campo, usando las transcripciones textuales de las entrevistas y considerado la presencia de la persona investigadora respecto a los datos.

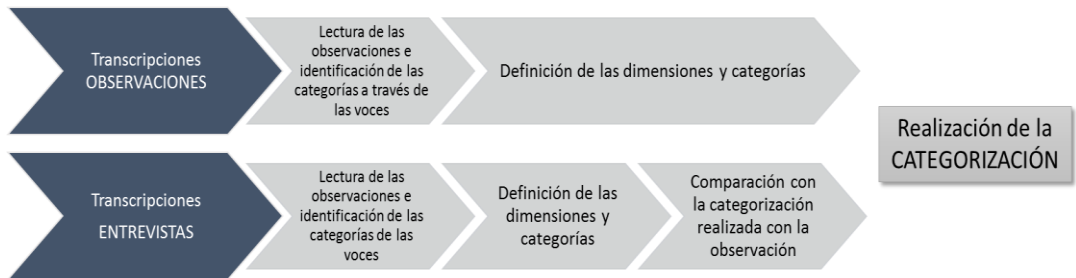
Análisis y codificación de la información

Todos los datos recabados a través de la observación se registraron mediante el diario y después se transcribieron. Y respecto a las entrevistas éstas se grabaron y se transcribieron.

Para facilitar el análisis de la información recabada se ha construido un sistema categorial, que se ha utilizado también para estructurar el discurso del apartado de resultados (ver Figura 1).

Figura 1

Transcripción de observaciones y entrevistas



La información se ha analizado mediante el software NVIVO 12 organizando las observaciones recogidas mediante una codificación axial (Monge, 2015; Strauss & Corbin, 1994). La herramienta de análisis utilizada ha sido el sistema categorial recogido en la tabla 2:

Tabla 2

Herramienta de análisis: sistema categorial

Categorías	Indicadores nivel I	Indicadores de nivel II
Establecimiento de normas de convivencia	Mensajes de la profesora (orales)	
	Uso de carteles	
Establecimiento de límites	Comunicación verbal	Mensajes explícitos
		Mensajes implícitos
	Comunicación no verbal	Uso de onomatopeyas
		Gesticulación, postura corporal
		Refuerzo
		Positivo
		Negativo
	Cambio de sitio	
	Retirada de material	
Otras formas de establecer el orden	Uso de rincones	Para tranquilizarse
		Para llegar a acuerdos
	Aprendizaje cooperativo	
	Estilo democrático	Reunión al término de la clase
		Feedback o devolución
		Promover la responsabilidad, el respeto y la empatía

Fuente: Elaboración propia

Finalmente, para preservar el anonimato y la confidencialidad de las personas participantes, la información se ha codificado utilizando unos códigos donde se especifica el perfil de la persona participante (Al: alumnado; Coor: Coordinadora; Ec: Educador/a; PrT: Profesor/a tutor/a; PrE: Profesor/a especialista; PrP: Profesor/a en prácticas; PrA: Profesor/a de apoyo; PrS: Profesor/a sustituto/a; Dr: Director/a; JfE: Jefe/a de estudios y Ct: Consultor/a); el centro escolar y el espacio (CA: Centro A; CB: Centro B; CC: Centro C; P: Patio y C: Comedor) y la técnica de recogida de la información (D: diario de campo y E: entrevista semiestructurada).

Resultados

En los contextos educativos observados caracterizados por la segregación escolar, son frecuentes las conductas disruptivas, fuente de un alto nivel de estrés. Por ello, es necesario el establecimiento de normas que garanticen la convivencia y el bienestar de las personas en el centro escolar y que contribuyan a la regulación paulatina de la conducta. En lo que respecta a la socialización, a la disciplina y a las acciones dirigidas a garantizar el cumplimiento de las normas de convivencia se han podido ver diferentes estilos en cada uno de los centros observados. En primer lugar, las medidas dirigidas a recordar las normas que establecen los centros para garantizar el bienestar de todas las personas; en segundo lugar, actuaciones dirigidas a corregir conductas inadecuadas como cuando no se respetan los límites o las normas de convivencia acordadas y, por último, otras formas de establecer el orden o buenas prácticas dirigidas a prevenir situaciones conflictivas.

Establecimiento y recuerdo de las normas de convivencia

Las normas de convivencia obedecen a reglas generales, consensuadas y establecidas en el conjunto de nuestra sociedad en general y en la comunidad particular a la que pertenece el/la menor. En muchas ocasiones, si no es en la totalidad de las veces, estas normas están apoyadas en valores morales propios de nuestra sociedad como muestra la siguiente voz.

Sí, tenemos unas normas en clase con unas consecuencias y eso lo tienen que cumplir. Sobre todo, están basadas en el respeto. Simplemente en eso, en respetarnos los unos a los otros. [PrT2, CA, E4]

El recordatorio del cumplimiento de las normas dentro del aula es constante, bien por medio de mensajes verbales o escritos se recuerda constantemente la norma social, esto es, cómo deben comportarse, cómo deben actuar en el aula etc. bien a la hora de participar en clase, bien al pasar de una actividad a otra.

Tere, la tutora, de manera imperativa, les recuerda algunas normas: no pueden sacar el libro de Natur, la siguiente asignatura, hasta entregar el examen; no pueden levantarse; tienen que levantar la mano. [PrT, 3º, CA, D]

Pero también fuera del aula tanto en el comedor como en el patio, puntos de entrada y de salida, gimnasio, pasillos, etc., el recuerdo de la norma es constante:

Una profesora explica que el fútbol algunos días está prohibido para propiciar otras actividades, esta norma está dentro del Plan de Coeducación. [CB, C, D]

El recuerdo de la norma se hace también, mediante el uso de carteles. A menudo, son elaborados con la participación del alumnado utilizando material habitual como cartulinas, rotuladores, pegatinas, etc. y se colocan en la puerta de clase o en lugares

visibles en los espacios comunes. En muchos de estos carteles se resaltan los comportamientos positivos, como cuidar a las amigas y amigos o el derecho a participar en el juego de todas las alumnas y alumnos.

En otro cartel se recoge la normativa del patio y las consecuencias en caso de incumplimiento: "Normas del patio y sus consecuencias". Normativa: siempre hay que cuidar de los/as amigos/as; quien quiera jugar siempre tendrá opción; los grupos/equipos hay que equilibrarlos adecuadamente. Consecuencias en caso de incumplimiento: quien no cuide deberá abandonar el juego; quien no permita jugar deberá abandonar el juego. [CA, 4º, D]

Por el contrario, algunos de estos carteles están escritos en clave negativa subrayando lo que "no" deben hacer.

Observo los adornos de la clase. Tienen diferentes carteles escritos por ellos y por ellas, son diferentes listados sobre el buen comportamiento: uno se titula "Respeto": 1. No jugar en clase; 2. Hablar en euskera; 3. No robar...; otro cartel se titula "No insultos/ofensas!": 1. No pegar; 2. No gritar; 3. No insultar; 4. No decir palabrotas. [CC, 4º, D]

Establecimiento de límites. Refuerzo positivo, refuerzo negativo y castigo

En el día a día se ha podido observar cómo constantemente, de diferentes formas, se establecen límites. Frecuentemente, el establecimiento de los límites es explícito a través de la comunicación verbal. La finalidad suele ser poner orden y lograr un clima tranquilo en clase.

Lidia, la tutora, llama al silencio mediante las palabras, "callaos por favor" y pone orden "espera Israel". Surte efecto. [PrT, 4º, CA, D]

También es muy habitual por parte de la persona tutora, la utilización de la comunicación no verbal, mediante la mirada, los gestos faciales, la gesticulación con las manos o la postura corporal. Eso conlleva una previa comprensión y asimilación de esos gestos convencionales, que resultan disuasorios para el alumnado.

Tere, la tutora, le pone límite, pero con la mano, no habla. [PrT, CA, 3º, D]

Todos y todas las alumnas tocan la flauta. El profesor les hace "Stop" con la mano y se detienen. [PrE, CB, 3º, D]

Igualmente, el uso de onomatopeyas o de diferentes sonidos es bastante frecuente a la hora de establecer el orden, por parte del profesorado.

En este momento, se altera el ambiente, pero con un "¡Shhh!" de Tere, la tutora, vuelven a la calma. [PrT, CA, 3º, D]

Marimar, la tutora, silva brevemente pero fuerte y automáticamente se callan. [PrT, CC, 4º, D]

También se ha podido apreciar como el refuerzo continúa siendo una práctica habitual. En particular, el uso del refuerzo positivo, como por ejemplo el uso de halagos o el uso del aprendizaje vicario de Bandura, técnica a través de la cual con el fin de aumentar la probabilidad de una conducta se señalan comportamientos considerados adecuados que la persona adquiere como propios como consecuencia de la observación y la imitación. El uso de "la Economía de Fichas" u otras técnicas similares que conllevan la recompensa material tras lograr algún éxito, ya sea comportamental o académico y el refuerzo individualizado, son otras de las técnicas empleadas habitualmente en el contexto escolar para reforzar conductas que se consideran positivas:

Este año, por ejemplo, hemos hecho “El Club de los/as Valientes”. A la campaña le llamamos “Insultos No” y lo que les exigíamos a ellos era respeto. En una plantilla semanal poníamos un tick verde a aquel que durante el día había respetado a sus compañeros, a los profesores, etc. Luego, nos metimos en cuatro subobjetivos dentro del respeto: hablar bien (no chillando, no despreciando a los demás...); no pegar obviamente; no insultar y no romper las dinámicas. [PrT1, CC, E15]

El refuerzo positivo, se ha empleado también en situaciones como realización de exámenes (momento de entrega y momento de publicación de calificaciones...), realización de actividades en clase, etc.:

Realizan conjuntamente un dibujo en un papel formato DIN A3. Al terminar se lo muestran a Lidia, la tutora, y ésta les felicita. [PrT, CA, 4º, D]

Mónica, la profesora, le choca la mano y le dice con ímpetu “¡Libre!”. [PrS, CA, 4º, D]

El refuerzo negativo, de evitación o retirada de un estímulo aversivo, se usa para disminuir la probabilidad de una conducta. Por lo tanto, está directamente relacionado con la aparición de conductas disruptivas por parte del alumnado.

En estos momentos complicados en los que la autoridad se ha visto cuestionada, es decir, la norma o el límite previamente fijado cae o no llega a funcionar, a veces los intentos de su restablecimiento por parte del profesorado se ven frustrados. En estas situaciones de dificultad de manejo el profesorado ha podido recurrir al uso de la amenaza, advirtiéndoles de penalizaciones en la calificación o retirada del material si no cesan con la acción indeseada:

El profesor de inglés les advierte: “A quien hable un 0,5 punto menos”. Parece funcionar. [PrE, CC, 4º, D]

Hacer caso omiso o mostrar indiferencia, es otra de las actitudes que suele adoptar el profesorado, ante la falta de respuesta por parte del alumnado:

Iñaki se va de clase pegando un portazo y comienza a hacer un ruido molesto con la puerta, dando pequeños golpes de manera repetida. Lidia, la tutora, hace caso omiso y continúa atendiendo el resto de la clase. [PrT, CA, 4º, D]

Por último, parte del profesorado suele recurrir al castigo como medida sancionadora ante comportamientos disruptivos en la clase. En algunas situaciones, en las que el alumno o la alumna persiste con la conducta no deseada por parte del profesorado, a veces se le retira el material de trabajo para erradicar la conducta no deseada:

Finalmente, Tere, la tutora, le quita el ajedrez a Peru diciéndole, “¡Vale ya!”. [PrT, CA, 3º, D]

Bassim y Dylan se pelean por el sitio. Dylan se ha ausentado un momento y Bassim se ha sentado en su sitio. Cuando Dylan regresa a su sitio, comienzan a empujarse. Fede, el tutor, les pone límite a los dos, retirándoles las sillas. [PrT, CC, 3º, D]

En ocasiones puntuales en las que el límite ejercido ha fallado y el nivel de estrés es elevado, suele ser habitual también que el profesorado decida terminar con la actividad propuesta o incluso decida no realizarla antes de que haya comenzado:

El profesor de educación física se molesta, recoge los aros y con semblante serio les dice que finalmente no van a hacer la actividad. [PrE, CB, 3º, D]

En esos casos, para romper con la acción indeseada, también se suele optar por sacar a la persona del grupo o cambiarla de sitio. En otras ocasiones incluso se le cambia de clase:

*Marimar, la tutora, explica la ficha que tienen que hacer y realiza algunos cambios en la distribución de algunos sitios, como de Samuel, Ibon, Khaled y Darío. Coloca a estos alumnos separados, cada uno en un grupo. [Al, CC, 4º, D]
De repente, viene otro niño de la clase de al lado, castigado y le colocan en la esquina. [Al, CA, 3º, D]*

Otras estrategias de establecer el orden en la escuela

Para prevenir situaciones conflictivas, hemos observado una serie de estrategias que resulta de interés mencionar, como son: la introducción de rincones en las aulas y el aprendizaje cooperativo para garantizar un buen funcionamiento en los grupos de trabajo. Por último, se ha constatado que predomina la tendencia del profesorado a explicar y razonar las normas, promoviendo la empatía y el respeto entre el alumnado, es decir a aplicar la disciplina inductiva.

Los conflictos son muy puntuales actualmente y la verdad es que se cortan enseguida.

Sobre todo, hablando, es que es hablando como tenemos que hacerlo. [PrT2, CA, E4]

En algunos de los centros observados se ha introducido un “Rincón para tranquilizarse” señalado en el aula, donde el alumnado puede “aislarse” durante unos momentos cuando se encuentra en estado de nerviosismo o agitación con el fin de relajarse. En esos rincones se han colocado unos cojines, muñecos, etc., y es un espacio al que niñas y niños acuden cuando se sienten enfadados para tranquilizarse.

Otro cartel indica el uso del espacio para tranquilizarse: “Nuestro rincón para tranquilizarnos: ¿cándo utilizarlo? Cuando estoy enfadado/a; ¿para qué utilizarlo? Para tranquilizarme...; ¿Cómo utilizarlo? Lo vamos a utilizar de uno/a en uno/a... [CA, 4º, D]

En todos los centros han habilitado un espacio, a veces en el rellano de la clase o en una esquina al fondo de la clase llamado “Rincón para llegar a acuerdos” o “de mediación” para la resolución de los conflictos. Es un rincón normalmente dispuesto a la entrada de la clase, donde el alumnado, generalmente por voluntad propia, puede retirarse con el fin de resolver sus conflictos. Cuando su uso no es voluntario y/o autónomo, el tutor o tutora suele promover su uso:

Tere, la tutora, le pone límite a Brigitte y le saca de la clase al “Rincón para llegar a acuerdos” y le habla allí y vuelven a entrar. [PrT, CA, 3º, D]

En algunos centros, mediante el aprendizaje cooperativo se establecen roles, como por ejemplo responsable de mesa o secretaria, que tienen a su cargo el mantenimiento del orden en su grupo:

Hay mucho alboroto y revuelo. Se encuentran recogiendo el material. Gentzane, la tutora, les llama la atención preguntándoles por las personas coordinadoras de cada mesa. [PrT, 3º, CB, D]

Otras maneras de ejercer el límite, de una manera contenedora a nivel emocional, es la devolución, facilitando pacientemente explicaciones y razonando sus respuestas, práctica que promueve el aprendizaje y la capacidad reflexiva del alumnado.

Un alumno, Peru, se sienta mal, su silla únicamente está apoyada sobre dos patas. La tutora le llama la atención y le dice que es peligroso, que se puede caer. [PrT, CA, 3º, D]

También se han observado intervenciones dirigidas a facilitar la toma de conciencia de sus acciones, promoviendo la responsabilidad, el respeto y la empatía hacia sus compañeros/as de clase.

De repente se comienza en escuchar unos chillidos y llantos de una persona provenientes de fuera de la clase. Algunas personas se ríen. Lidia, la tutora, les pone límite: "Por favor, hay una persona sufriendo. Reírse es una falta de respeto". [PrT, 4º, CA, D]

Discusión y conclusiones

La escuela, uno de los principales agentes socializadores, es un contexto social creado sobre y para las interacciones y relaciones humanas. Por lo tanto, la interacción enseñanza-aprendizaje no puede entenderse sin considerar las relaciones personales y el lugar que ocupa el profesorado en ese escenario de diversidad (Cabré et al., 2020) como mediador en los fenómenos que acontecen en cualquier convivencia (Alzate-Ortiz & Castañeda-Patiño, 2020).

La revisión de las investigaciones (García-Raga et al., 2017; Murillo & Martínez-Garrido, 2018; Murillo et al., 2018) muestra que sea cual sea su naturaleza cultural, cualquier agrupación de personas siempre es diversa, por lo que la implantación de normas democráticas que faciliten la armonía en la convivencia resulta imprescindible. En los centros observados la disciplina y los límites están orientados a promover la reflexión y el pensamiento crítico, siempre con un fin pedagógico. En este sentido, como se ha podido observar, las actitudes del profesorado son relevantes para llevar a cabo una inclusión real.

En relación con eso, en cuanto a los antecedentes teóricos y las evidencias presentadas (Elzo, 2009; Freire, 2002; Tallone, 2011), se constata que la concepción de la autoridad ha cambiado, teniendo hoy un carácter preventivo y predominando el rol educador. Los resultados relacionados con el establecimiento y recuerdo de las normas de convivencia y el uso de otras estrategias han mostrado que cada vez se tiende más a un estilo de autoridad democrática en la que se razonan y consensuan las normas con el alumnado, todo ello dirigido a ayudar a ordenar el pensamiento y a significar coherentemente todo lo que el alumnado vivencia diariamente que pueda ser motivo de conflicto cognitivo (Messiou, 2019; Ubieta, 2009). Así, se ha comprobado que es constante el recuerdo de las normas tanto de forma oral, como a través de carteles elaborados, la mayoría de las veces, con la participación del propio alumnado, al igual que defiende Sánchez (1996). Asimismo, como se ha podido observar, el aprendizaje cooperativo, la asignación de roles en los grupos, etc. son prácticas cada vez más habituales. Por lo que, unido a la mediación, la aplicación de normas para garantizar la convivencia ha sido recurrente en la práctica diaria del profesorado.

Sin embargo, en el día a día de clase y considerando que los estilos relacionales son múltiples y variados, este estilo democrático no siempre es posible. Se ha observado que, sobre todo en escenas caracterizadas por el conflicto y el desborde por parte del profesorado, aún se sigue recurriendo tanto al refuerzo, positivo y negativo, como a otro tipo de medidas represivas relacionadas con el castigo (uso de la amenaza, hacer caso omiso, etc.) con el fin de establecer el orden, llegando a convertir al profesorado en agente de autoridad (García-Moriyón, 2009). Así, a pesar de la buena voluntad del profesorado, no toda actitud es considerada adecuada en términos pedagógicos. En este sentido, si bien la respuesta educativa a la diversidad del alumnado es una responsabilidad colectiva que requiere la implicación de las instituciones y la instauración de nuevas políticas pedagógicas, la transformación hacia una escuela más justa, hacia una escuela inclusiva, requiere de un nuevo rol docente. Es por ello que el

profesorado es el elemento clave del proceso de atención a la diversidad (Murillo et al., 2011; Recalcati, 2016).

Para ello, aunque resulte reiterativo, se debe insistir en la necesidad de replantear las normativas y reglamentos de convivencia escolar desde una perspectiva inclusiva y continuar impulsando la formación en estas materias, pero no dirigidas únicamente al profesorado sino a todo el personal de la institución escolar, ya que en la comunidad educativa urge aunar esfuerzos para progresar en esa vía de cambio hacia una sociedad más justa y democrática (Durán & Giné, 2011; Echeita, 2018).

Pero, la consolidación de una escuela y una educación equitativa resulta imposible sin voluntad política, ya que construir la educación sobre valores de equidad y justicia no solo depende de la formación del profesorado. Esta transformación también implica en las escuelas una reestructuración en el currículum, ambientes de aprendizaje, actitudes, cultura y actividad pedagógica (Campa & Contreras, 2018).

Finalmente, de los resultados obtenidos se deduce que para una educación de calidad e inclusiva, asentada en una convivencia intercultural, sería pertinente continuar investigando por esta línea, “autoridad, segregación e inclusión”, para proseguir afinando los modelos que sustentan la mejora de la convivencia y el clima escolar en los centros educativos de mayor segregación étnico-cultural sin que tenga que convertirse al profesorado en agente de autoridad.

Referencias

- Abrate, L. del C., Juri, M. I. y Van Cauteren, A. (2015). La autoridad pedagógica en la escuela. Decires de los docentes. *Cuadernos de Educación*, 13, 1-13. <https://revistas.unc.edu.ar/index.php/Cuadernos/article/view/16941>
- Alzate-Ortiz, F. A. y Castañeda-Patiño, J. C. (2020). Mediación pedagógica: Clave de una educación humanizante y transformadora. Una mirada desde la estética y la comunicación. *Revista Electrónica Educare*, 24(1), 411-424. <http://doi.org/10.15359/ree.24-1.21>
- Arnaiz, P. (2011). Luchando contra la exclusión: buenas prácticas y éxito escolar. *Innovación educativa*, 21, 23-35. https://minerva.usc.es/xmlui/bitstream/handle/10347/6222/pg_025-038_in21_1.pdf?sequence=1
- Astor, R. A. y Benbenishty, R. (2018). *Bullying, school violence, and climate in evolving contexts: Culture, organization, and time*. Oxford University Press.
- Balsells, M. A. (2003). La infancia en riesgo social desde la sociedad del bienestar. *Teoría de la educación: educación y cultura en la sociedad de la información*, 4(1), 1-9. http://campus.usal.es/~teoriaeducacion/rev_numero_04/n4_art_balsells.htm
- Bonet, C., Palma, C. y Gimeno-Santos, M. (2020). Relación entre el maltrato infantil y las habilidades de regulación emocional en adolescentes: una revisión sistemática. *Revista de Psicología Clínica con Niños y Adolescentes*, 7(2), 63-76. <https://doi.org/10.21134/rpcna.2020.07.2.8>
- Cabré, R. J., Luis, N. y Salvador, A. (2020). Relaciones interpersonales en el proceso de enseñanza-aprendizaje, un reto para la inclusión educativa. En X. García y I. L. Bermúdez (edit.). *Educación Inclusiva. Una escuela para todos* (pp.113- 123). Universo Sur.

- Campa, R. Á. y Contreras, C. R. (2018). Aspectos psicosociales asociados en el proceso de inclusión educativa durante la infancia intermedia. *Infancias Imágenes*, 17(1), 9-24. <https://doi.org/10.14483/16579089.12535>
- Carrasco, C. y Luzón, A. (2019). Respeto docente y convivencia escolar: significados y estrategias en escuelas chilenas. *Psicoperspectivas*, 18(1), 1-11. <https://www.psicoperspectivas.cl/index.php/psicoperspectivas/article/view/1494>
- Collet-Sabé, J. (2019). Understanding school segregation: patterns, causes and consequences of spatial inequalities in education, *British Journal of Sociology of Education*, 40(7), 999-1003. <https://doi.org/10.1080/01425692.2019.1656909>
- Davis, M. R., Culotta, V. P., Levine, E. A. y Rice, E. H. (2021). *School success for kids with emotional and behavioral disorders*. Routledge.
- Di Segni, S. (2019). *Adultos en crisis, jóvenes a la deriva*. Noveduc.
- Díaz, F. y Conejo, P.A. (2012). La opinión del alumnado sobre las normas de convivencia: estudio de un instituto de educación secundaria de la ciudad de Ceuta. *Revista de currículum y formación del profesorado*, 16(1), 399-413. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=56724377024>
- Duoduo, X. y Xiaogang, W. (2022). Separate and unequal: hukou, school segregation, and educational inequality in urban China. *Chinese Sociological Review*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/21620555.2021.2019007>
- Durán, D. y Giné, C. (2011). La formación del profesorado para la educación inclusiva: Un proceso de desarrollo profesional y de mejora de los centros para atender la diversidad. *Revista Latinoamericana de Educación Inclusiva*, 5(2), 153-170. <http://repositoriocdpd.net:8080/handle/123456789/1913>
- Echeita, G. (2018). *Educación para la inclusión o educación sin exclusiones*. Narcea.
- Elzo, J. (2009). El problema de la disciplina escolar no está en la escuela. *Cuadernos de Pedagogía*, 396, 16-21.
- Fernández-Enguita, M. (2007). Educar es cosa de todos: escuela, familia y comunidad. En J. Garreta (editor), *La relación familia-escuela* (pp. 13 -32). Edicions de la Universitat de Lleida.
- Freire, P. (2002). *Cartas a quien pretende enseñar*. Siglo XXI.
- García-Moriyón, F. (2009). Agentes de autoridad. *Cuadernos de Pedagogía*, 396, 32-35.
- García-Raga, L., Bo, R. M. y Boque, M. C. (2017). Perception of Secondary Education students about school mediation in Castellon and Valencia. *Revista Complutense de Educación*, 28(2), 537-554. https://doi.org/10.5209/rev_RCED.2017.v28.n2.49581
- García-Sánchez, B. Y. y Guerrero-Barón, J. (2011). Nuevas concepciones de autoridad y cambios en las relaciones de violencia en la familia y la escuela. *Magis, Revista internacional de investigación en educación*, 4(8). Edición especial La violencia en las escuelas, 297-318.
- Gordillo, E. G., Rivera-Calcina, R. y Gamero, G. J. (2014). Conductas disruptivas en estudiantes de escuelas diferenciadas, coeducativas e intereducativas. *Educ. Educ.*, 17(3), 427-443. <http://dx.doi.org/10.5294/edu.2014.17.3.2>
- Grau, R., García-Raga, L. y López-Martín, R. (2016). Towards school transformation. Evaluation of a coexistence program from the voice of students and teachers. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 5(2), 137-146. <https://doi.org/10.7821/naer.2016.7.177>

- Greco, M. B. (2007). *La autoridad (pedagógica) en cuestión. Una crítica al concepto de autoridad en tiempos de transformación*. Homo Sapiens.
- Gutiérrez-Méndez, D. y Pérez-Archundia, E. (2015). Estrategias para generar la convivencia escolar. *Ra Ximhai*, 11(1), 63-81. <https://www.redalyc.org/articulo.oa?id=46139401004>
- Herrera, K., Rico, R. y Cortés, O. (2014). El clima escolar como elemento fundamental de la convivencia en la escuela. *Escenarios*, 12(2), 7-18. <https://doi.org/10.15665/esc.v12i2.311>
- Korstjens, I. y Moser, A. (2018). Series: Practical guidance to qualitative research. Part 4: Trustworthiness and publishing. *European Journal of General Practice*, 24(1), 120-124. <https://doi.org/10.1080/13814788.2017.1375092>
- Krause, A. y Smith, J.D. (2022). Peer Aggression and Conflictual Teacher-Student Relationships: A Meta-Analysis. *School Mental Health*, 1-22. <https://doi.org/10.1007/s12310-021-09483-1>
- Kröyer, O. N., Muñoz, M. y Ansorena, N. E. (2012). Normativa y reglamentos de convivencia escolar, ¿una oportunidad o una carga para la escuela? *Educere*, 16(55), 373-384. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35626140002>
- LeCompte, M. D. y Goetz, J. P. (1993). *Ethnography and qualitative design in educational research*. Emerald group publishing limited.
- Manzano, D., Gómez, A., Valero, A. y Jiménez, J. F. (2021). School climate and responsibility as predictors of antisocial and prosocial behaviors and violence: a study towards self-determination theory. *Behavioral Sciences*, 11(3), 36. <https://doi.org/10.3390/bs11030036>
- Martí, L. (2009). Autoridad y disciplina. *Cuadernos de pedagogía*, 396, 8-9.
- Messiou, K. (2019). The missing voices: Students as a catalyst for promoting inclusive education. *International Journal of Inclusive Education*, 23(7/8), 768-781. <https://doi.org/10.1080/13603116.2019.1623326>
- Messiou, K. y Ainscow, M. (2020). Inclusive inquiry: student-teacher dialogue as a means of promoting inclusion in schools. *British educational research journal*, 46(1). <http://dx.doi.org/10.1002/berj.3602>
- Monge, V. (2015). La codificación en el método de investigación de la grounded theory o teoría fundamentada. *Innovaciones educativas*, 22, 77- 84. <https://doi.org/10.22458/ie.v17i22.1100>
- Muñoz, M. T., Lucero, B. A., Cornejo, C. A., Muñoz, P. A. y Araya, N. E. (2014). Convivencia y clima escolar en una comunidad educativa inclusiva de la Provincia de Talca, Chile. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 16(2), 16-32. <http://redie.uabc.mx/vol16no2/contenido-munozluceroetal.html>
- Murillo, F. J., Martínez, C. A. y Hernández, R. (2011). Decálogo para una enseñanza eficaz. REICE. *Revista Electrónica Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y cambio en Educación*, 9(1), 6-27. <https://revistas.uam.es/reice/article/view/4715>
- Murillo, J. y Martínez-Garrido, C. (2018). Magnitud de la segregación escolar por nivel socioeconómico en España y sus Comunidades Autónomas y comparación con los países de la Unión Europea. RASE. *Revista de Sociología de la Educación*, 11(1), 37-58. <https://ojs.uv.es/index.php/RASE/article/view/10129/0>
- Murillo, F.J., Belavi, G. y Pinilla, L. M. (2018). Segregación escolar público-privada en España. *Papers*, 103(3), 307-337. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/papers.2392>

- Nail, O., Valdivia, J., Gajardo, J., Viejo, C., Salas, R. y Romero, G. (2018). Case study: tensions and challenges in the elaboration of school regulations in Chile. *Educ. Pesqui., Sao Paulo*, 44. <http://dx.doi.org/10.1590/S1678-4634201711167834>
- Plaza de la Hoz, J. (2018). Autoridad docente y Nuevas Tecnologías: cambios, retos y oportunidades. *Revista Complutense Educación*, 29(1), 269-286. <https://doi.org/10.5209/RCED.52281>
- Recalcati, M. (2016). *La hora de clase. Por una erótica de la enseñanza*. Anagrama.
- Rincón-Perdomo, J. M. (2019). Social Exclusion of Afro-Colombian Children in the School Classroom from a Bioethical Approach. *Revista Colombiana de Educación*, 1(76), 305-320. <http://dx.doi.org/10.17227/rce.num76-9384>
- Rivadeneira-Díaz, Y. M. (2019). Educación emocional en el tratamiento de conductas disruptivas en estudiantes de la Escuela José Ingenieros. *Dom. Cien.* 5(3), 566-588. <http://dx.doi.org/10.23857/dc.v5i3.953>
- Salgado, A. (2007). Quality investigation: designs, evaluation of the methodological strictness and challenges. *Liberabit*, 13(13), 71-78. http://pepsic.bvsalud.org/scielo.php?pid=S1729-48272007000100009&script=sci_abstract&lng=en
- Sánchez, F. (1996). Desarrollo personal-social en el ámbito familiar. En F. Sánchez, *Educación en valores: educación para el desarrollo personal y social en la infancia y adolescencia* (pp. 121-140). Asociación para la investigación y desarrollo educativo en Extremadura.
- Sánchez, M. L. (2006). Disciplina, autoridad y malestar en la escuela. *Revista iberoamericana de educación*, 41(1). <https://rieoei.org/RIE/article/view/2466>
- Strauss, A. y Corbin, J. (1994). Grounded Theory methodology: An overview. En N.K. Denzin, y Y. S., Lincoln (eds.), *Handbook of Qualitative Research* (pp. 1- 18). Sage Publications.
- Tallone, A. E. (2011). Las transformaciones de la autoridad docente, en busca de una nueva legitimidad. *Revista de Educación, número extraordinario*, 115-135. <http://hdl.handle.net/11162/92223>
- Tijmes, C. (2012). Violencia y clima escolar en establecimientos educacionales en contextos de alta vulnerabilidad social de Santiago de Chile. *Psykhé*, 21(2), 105-117. <https://doi.org/10.7764/psykhe.21.2.548>
- Ubieto, J. R. (2009). Las adolescencias en el traspaso de la modernidad. *Educación social: Revista de Intervención socioeducativa*, 26, 35-40.
- Ubieto, J. R. (2012). Nuevos paradigmas en la relación asistencial. *Papeles del Psicólogo*, 33(2), 101-108.
- Vega, A. (2009). Integración de alumnos con necesidades educativas especiales: ¿existe coherencia entre el discurso y las prácticas pedagógicas ejercidas por los profesores básicos? *Estudios pedagógicos*, 35(2), 189-202. <http://dx.doi.org/10.4067/S0718-07052009000200011>
- Viñao, F. A. (2002). *Sistemas educativos, culturas escolares y reformas: continuidades y cambios*. Morata.

Teaching practicums as an ideal setting for the development of teachers-in-training

Nancy PALACIOS MENA

Alison Kay REEDY

Datos de contacto:

Nancy Palacios Mena
Universidad de los Andes
n.palaciosm@uniandes.edu.co

Alison Kay Reedy
Charles Darwin University
alison.reedy@cdu.edu.au

Recibido: 17/04/2021
Aceptado: 09/09/2021

ABSTRACT

The objective of the study on which this article is based was to identify the pedagogical knowledge and research skills achieved by a group of teachers-in-training from different discipline areas who undertook a newly developed teaching-practicum program at a Colombian university. This study used a qualitative methodological design. The data collection instruments were documents that were generated from the teaching practicums. These were documents that were filled out by the teachers-in-training, by mentor teachers, and by the practicum supervisor. Documents were collected from 21 undergraduate students (pre-service teachers) from two cohorts. The review and content analysis of the documents was complemented by a focus group in which the teachers-in-training were able to discuss and rank the skills and benchmarks of progress that they considered most important and those that they had most difficulty in achieving. The results illustrate: (i) the central role of teacher education in providing pre-service teachers with the knowledge, skills and attitudes they need to effectively perform the work of teachers; (ii) the education that pre-service teachers receive exerts a powerful influence on their concept of teaching and learning, which in turn affects their pedagogical practice; (iii) teaching practicums provide teachers in training with a valuable opportunity to implement what they have learned in the teacher training process, making the link between the abstract and the concrete more and more visible.

KEYWORDS: Teacher training; undergraduate; pedagogical practice; learning outcomes.

Las prácticas docentes como escenario idóneo para el desarrollo del profesorado en formación

RESUMEN

El objetivo del estudio en el que se basa este artículo fue identificar los conocimientos pedagógicos y las habilidades investigativas alcanzadas por un grupo de docentes en formación de diferentes áreas disciplinarias que emprendieron un programa de práctica docente recién desarrollado en una universidad colombiana. Este estudio utilizó un diseño metodológico cualitativo. Los instrumentos de recolección de datos fueron documentos que se generaron a partir de las prácticas docentes. Estos fueron documentos que fueron llenados por los profesores en formación, por los profesores mentores y por el supervisor de prácticas. Se recopiló documentos de 21 estudiantes de pregrado (los profesores en formación) de dos cohortes. La revisión y análisis de contenido de los documentos se complementa con un grupo focal en el que los docentes en formación pudieron discutir y clasificar las habilidades y puntos de referencia de progreso que consideraban más importantes y aquellos que tenían más dificultades para lograr. Los resultados ilustran: (i) el papel central de la formación docente al proporcionar a los docentes en formación los conocimientos, las habilidades y las actitudes que necesitan para desempeñar eficazmente el trabajo de los docentes; (ii) la educación que reciben los docentes en formación ejerce una poderosa influencia en su concepto de enseñanza y aprendizaje, lo que a su vez repercute en su práctica pedagógica; (iii) las prácticas brindan a los docentes en formación una valiosa oportunidad para implementar lo aprendido en el proceso de formación docente, haciendo cada vez más visible el vínculo entre lo abstracto y lo concreto.

PALABRAS CLAVE: Formación de maestros; pregrado; práctica pedagógica; resultados de aprendizaje.

Introduction

This article reflects on the need to offer quality initial training to future teachers as one of the essential factors to improve education. In the Colombian case, a large part of the state's actions in recent decades have focused on the one hand, on the implementation of measures that require university education faculties and teachers' colleges to provide rigorous initial training to students, and on the other, in providing postgraduate training and in-service training to practicing teachers. In the framework of the paper, students of an undergraduate degree in teacher education are called teachers-in-training. These students engage in teaching practice (or practicums) outside the university in preschools, elementary and high schools as part of their teacher training.

The objective of the study on which this article is based was to identify the pedagogical knowledge and research skills achieved by a group of teachers-in-training from different discipline areas who undertook a newly developed teaching-practicum

program at a Colombian university. The achievement of learning was measured against the benchmarks and learning outcomes established for the practicum program. In line with proposals such as those of García (1993, 1997, 2012), these benchmarks point to the linkage between teacher training and teaching practice: they are based on the principle that a teacher-researcher in the classroom, committed to solving problems through engagement in action research, is a teacher who contributes effectively to the learning of his or her students. In relation to student learning, the study posed the following questions: What skills, knowledge and attitudes are evidenced by the products produced by teachers-in-training during their teaching practicums? Is there congruence between the skills, knowledge, and attitudes that teachers-in-training demonstrate and the benchmarks and learning outcomes that have been designed and implemented to guide their teaching practicums?

Literature review

The need to offer high-quality teacher training in Colombia.

The issue of teacher training continues to be topical and relevant to all actors involved in the field of education (García, 2012). Indeed, teacher training has gained great importance in current debates due to studies showing that improving the quality of education depends on increasing the quality of the preparation and motivation of classroom teachers (World Bank, 2015, 2017a, 2017b; OECD, 2018, OECD, 2009). There is evidence of the influence that a teacher's capacity and the quality of their teaching has on the learning outcomes of their students (EFA Global Monitoring Report, 2005, UNESCO UIS, 2006).

In the case of Latin America, the literature on teacher training is unclear in terms of the best forms of monitoring teacher training processes. This lack of clarity has resulted in inconsistent approaches and variable quality of teacher training and teaching practicums. This is reflected in 18 Latin American countries performing lower than the average of participating countries in other regions of the world in the Second Regional Comparative and Explanatory Study (SERCE, 2010) of primary education. According to Ávalos (2011), this is a reflection on the quality of education and teacher training in the region, although all factors that affect the quality of education need to be considered in these results. Ávalos's study indicates that teacher training in the region needs to be addressed, particularly the extent to which the quality of training influences the quality of teaching practice and, therefore, the learning outcomes of students. This is in addition to addressing issues related to the structural poverty of many families in the region, and the need for greater investment in physical equipment and resources to support student learning.

Studies on the quality of initial teacher training carried out in Brazil, Colombia and Chile have identified deficiencies in the pedagogical component of teacher training programs that are offered in those countries (Ávalos, 2011; OECD 2018). The results of those studies indicate that national curricular guidelines are not always followed, and that the preparation programs for primary and secondary teachers are fragmented and place little emphasis on what is required for their future work in the classroom. As a result, there are impediments to deepening the disciplinary content. Additionally,

there is a misconception about the origin of the disciplinary character of pedagogical knowledge. This has limited the attention that should be placed on sense-making by teachers-in-training as they refine discipline specific pedagogies in the school context (Ortega, 2017; Perafán, 2013).

There are also many courses in the teacher training curricula on general topics that interfere with the acquisition of key elements that teachers-in-training need to teach the content of the school curriculum effectively (Gatti & Sá Barreto, 2009; Camargo et al., 2007; Ávalos & Matus, 2010; Calvo et al., 2004). In an overview of teacher training programs in Colombia, Flores and Palacios (2018); Palacios (2020); Palacios et al. (2020) indicate that some have an insufficient amount of content related to disciplinary knowledge and corresponding didactic methodologies. To address this, a higher presence is needed of general pedagogical content, of practices for teaching diverse groups of students, and in developing teaching plans for specific disciplinary areas.

To provide information on the context of Colombian education and its legislation, it is necessary to name two documents published by the Colombian Ministry of National Education. Both documents aim to improve the quality of teacher education. The first of these is the Decree Law 2450 (Ministerio de Educación Nacional, 2015), which establishes the conditions of quality that Bachelor programs must comply with. The second is Resolution 2041 (Ministerio de Educación Nacional, 2016), which establishes the competencies that teacher education students must develop during their educational journey.

Ávalos (2011) emphasizes the need to focus on actions that improve the initial teacher training process, such as requiring universities to improve the quality of the programs they offer, imposing higher admission requirements, developing standards to guide curricular reform processes, and implementing mechanisms for the financial and pedagogical support of teacher training programs. In addition, Zeichner (2010) warns about a worldwide pattern affecting the quality of initial teacher training: the commercialisation of teacher preparation, overly prescriptive demands for accountability, excessive control over training curriculum by accrediting agencies, reductions in funding for training programs, and attacks on programs that make an effort to prepare teachers to practice the profession in socially just ways in multicultural or vulnerable contexts.

According to Darling-Hammond, the designers and implementers of educational policies must let go of the idea that learning depends mainly on the ability of the student and recognise that learning depends to a large extent on the preparation and competence of the teacher. It follows then that teachers must be supported to acquire the knowledge they need to teach more effectively (Darling-Hammond, 2017). Darling-Hammond indicates that teachers-in training, need to have knowledge of the subject area, understanding of the cognitive, social, and personal development of students, understanding of how students learn and how to motivate their learning. They must value the diversity of students' experiences and learning styles and have a repertoire of teaching strategies to match their students' needs. They also need to acquire skills in the use of cooperative learning techniques, be able to create teaching resources and implement new technologies in the classroom, apply assessment frameworks and systems, and develop the ability to work and reflect collectively on practice alongside

other teachers.

Teaching practicums as a learning opportunity for future teachers

We propose that teaching practicums contribute to teachers' development. It is in response to personal reflection and external critique of their teaching practice that teachers-in-training begin to implement practices that support their students' learning (Ministerio de Educación Nacional, 2015, 2016). We understand practicums as a space where teachers-in-training learn to teach and engage in research about their teaching practice, begin to analyse the teaching models of colleagues, learn about the daily life of the school, and strengthen their political and social commitment to education.

The measures used to diagnose the quality of education have been accompanied by measures that inquire into the nature of teacher competencies. These inform what should be taught to teachers-in-training, so they develop into good teachers. From the perspective of Escudero et al. (2017), the questions 'why' and 'how' to teach teachers-in-training are relevant because they inquire into the basic knowledge and practices which inform the construction of teachers' identities and their pedagogical know how. Although no consensus has been reached to resolve those questions, studies such as those by García (2012); Imberón (1994) and Villar (1995) have highlighted that teacher training must have: a component that guides teachers-in-training to recognise and respond to the diversity and interests of students, a balance between the content and the teaching of the content, a component of psycho-pedagogical learning, a depth of disciplinary knowledge, and a focus on classroom innovation.

Too often, university methods course privilege theory and expect teachers-in-training to make the link between theoretical concepts and what they mean for classroom practice. Recognising this, Hodges et al. (2017) emphasise the value of incorporating teaching practice into academic teacher-training programs because of the learning opportunities that practice offers teachers-in-training. They highlight the power of innovative methods courses that integrate field experiences, as these offer intentional and systematic opportunities for teachers-in-training to theorise from practice when they return to the university.

Likewise, practicums provide teachers-in-training with a valuable opportunity to implement what is learned in the teacher training process, making the link between the abstract and the concrete increasingly visible. This visibility encourages teachers-in-training to become reflective practitioners (Takimoto & Kukar, 2017). In the same way, preparing teachers-in-training for the increasing diversity of students attending public schools represents a challenge for both education institutions and professional development providers as well as for mainstream educators. Teacher training institutions must now prepare their teachers-in-training with skills and techniques that result in rigorous and effective learning, as well as draw on the knowledge and perceptions that those teachers-in-training have built during their experiences during teaching-practicums (Husbye et al., 2017). In addition, Husbye et al. (2017) have shown that the construction of the identity of teachers-in-training who are engaged in practice-based training includes the collection of pedagogical tools, and that this contributes strength to their classroom practice. These findings invite comparison with the ways in which in-service teachers who engage in professional development re-

conceptualise themselves as they make sense of their own professional learning experiences.

The practicum program at the Universidad de los Andes, Colombia

In the Faculty of Education of the Universidad de los Andes, the practicum is conceptualised as the location where academic training and preparation for the world of work intersect. The teachers-in-training engage in interactions that enrich them personally while they simultaneously acquire an understanding of the dynamics and context of the classroom and build knowledge and skills of the profession. They also have the opportunity to share knowledge, doubts and difficulties with their mentor teacher, a practicing teacher who receives the teacher-in-training into their classroom, who is observed by the teacher-in-training and assesses their practice.

Teacher training programs in Colombia have been subject to reforms issued by the Ministry of National Education, which regulates the pedagogical practices that teachers-in-training must engage in during teaching practicums in primary and secondary schools. At Universidad de los Andes, the minimum requirement of 40 credits of teaching-practicums is achieved through a two-phase, five semester practicum program that begins in Semester 4 (second year) and ends in Semester 8 (fourth year) of the teaching degree. The first phase is the formative practicum, which involves three hours per week in a school setting for three semesters, with activities assigned and guided by a mentor teacher. The second phase is the professional practicum, with teachers-in-training attending a school for 20 hours a week for two semesters. In the second phase, time spent in the classroom increases and the teacher-in-training is assigned more responsibility and autonomy by their mentor teacher to undertake activities in the classroom. Increasingly the teachers-in-training engage in class planning activities, teach their own classes, and participate with other teachers in curriculum review activities. They also create teaching material, and design and apply assessment instruments. They may also participate in religious, sports and cultural activities in which parents, teachers and students interact.

Additional requirements set by the Ministry of National Education include the appointment of a practicum supervisor, and the obligation for universities to enter into formal agreements with schools where teachers-in-training engage in practicums. At Universidad de los Andes, the practicum supervisor is a professor from the university who observes each teacher-in-training for 2 hours a week during the formative and professional practicums. The learning and knowledge construction that takes place during the practicum is monitored continuously by the supervisor against course learning outcomes in four ways: through review and feedback of field diaries; through review of lesson plans; through meetings with mentor teachers; and through observation and feedback of the classes taught by teachers-in-training. Communication between the university practicum supervisors and the mentor teachers is carried out in two ways, through email and through mentoring workshops which are conducted each semester. These provide the opportunity for dialogue about the strengths of the teacher-in-training and opportunities for them to improve their practice.

The practicum program places strong emphasis on the teacher-in-training's reflections on the challenges they face in their teaching practice, and on those faced by

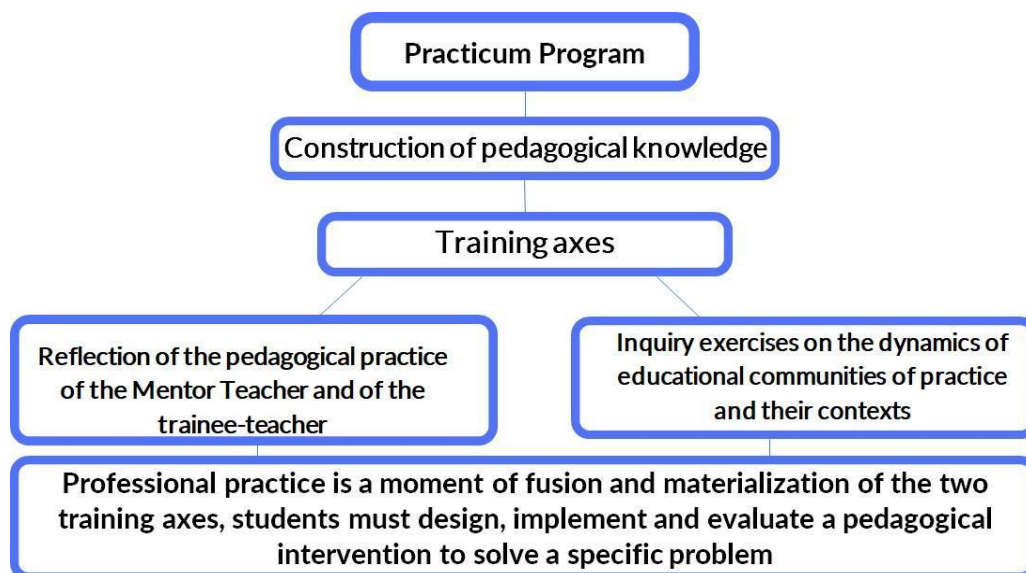
their mentor teacher. During the practicum teachers-in-training rigorously record and analyse their own teaching practices and those of their mentor teachers in the light of pedagogical theories and knowledge they are developing in their field diaries. The teachers-in-training receive continuous feedback on these from during the weekly practicum supervision sessions. The teachers-in-training also complete a self-evaluation document in which they note their communication and teaching practices. These reflections contain the essence of the knowledge, skills, and attitudes that the teachers-in-training continue to build in each of the theoretical and practical components of their teacher training.

At the start of the practicum program, the objectives of the practicum program are discussed with the teachers-in-training, and expectations are conveyed about the competencies that they are to achieve. A detailed description is provided of the weekly supervision activities and the products the teachers-in-training must deliver to provide evidence that they have achieved the course outcomes. The learning outcomes encapsulate the theoretical, epistemological, methodological, and political skills and knowledge that are fundamental for teachers-in-training to achieve during the course.

During the professional practicum, the teachers-in-training research, design and execute a pedagogical proposal to solve a teaching and learning problem in the specific educational context in which they are working. This major exercise is an opportunity for teachers-in-training to demonstrate they can merge the components of theory and practice (See Figure 1).

Figure 1

Components of the Professional Practicum



Method

This qualitative study investigated the processes embedded in the practicum program at Universidad de los Andes that built the pedagogical knowledge and research skills of teachers in training. The study prioritised the perspectives of teachers-in-training as well as mentor teachers and practicum supervisors who provided other sources of documentary and testimonial information. Documentary evidence of student learning was gained from review of the field diaries, planning and teaching resources, and evaluation surveys completed by the teachers-in-training. Class observation and reflections on practice shared with mentor teachers and practicum supervisors were also sources of data.

A content analysis approach was used to review documentary sources. This approach was chosen because, as López (2002) states, “the interest of content analysis does not reside only in the description of the contents, but in what they could teach us, once treated, about 'other things'” (p. 175). As recommended by López (2002), after a comprehensive reading of the documents, the content analysis contemplated descriptions, interpretations, and reflections on the documents. This process led to new ideas about the contents of the texts, which included images, sounds and movies, among other sources. The variables analysed included the skills that students are expected to develop in the practicum program, as shown by the learning outcomes in Figure 2. Those skills reflect the requirements of the Ministry of Education with regard to teacher training, the learning outcomes defined by the Universidad de los Andes, and the skills and knowledge that future teachers should develop as identified in the literature review.

Participants

This study was conducted with 21 undergraduate students (the teachers-in-training) from two cohorts. The first 11 teachers-in-training entered the teacher education program during the first year of its creation, in 2017. The second group of 10 teachers-in-training entered in 2019.

The two groups of students were selected to establish, first, the extent of achievement of learning against course learning outcomes from the practicum program, and second, if there were differences in terms of appropriation of learning between the two groups. The authors were interested in knowing if student outcomes reflected the evolution of the program between its inception and its development after 4 semesters of implementation.

Data Collection

The data collection instruments were documents that were generated from the teaching practicums. A total of 126 documents were reviewed. These included: field diaries (35), observation files of the classes conducted by the teachers-in-training (44), evaluation files of the practicums (18), and pedagogical reflections carried out by the teachers-in-training (29). These documents were generated by teachers-in-training, by

mentor teachers, and by the practicum supervisor. The instruments were used to collect evidence of achievement of course learning outcomes. The data collection instruments and the learning outcomes they were intended to collect evidence about are shown in Table 1.

Table 1

Benchmarks of progress

	Learning Outcomes	Data collection instruments	Type of activity
1	Adapt practice according to the needs and contexts of students	Class assessment format and class observation	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
2	Build environments that enhance students' learning	Class assessment format and class observation	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
3	Fulfill professional responsibilities and contribute positively to institutional life	Mentor follow-up and practice evaluation survey	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
4	Demonstrate mastery of the discipline and disciplinary teaching practices	Class assessment format and class observation	Pedagogical interventions of the Mentor Teacher and the teacher-in-training
5	Set expectations that inspire and challenge students	Class assessment format and class observation	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
6	Implement strategies that promote a good emotional classroom environment	Class assessment format and class observation	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
7	Plan and structure relevant classes	Class assessment format and class observation	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
8	Promote student progression, conduct assessment and provide feedback	Class assessment format and class observation	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
9	Foster environments that are participatory, collaborative and encourage critique	Class assessment format and class observation	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
10	Describe and analyse teaching challenges by the mentor teacher and oneself	Observation journal	Pedagogical interventions of the Mentor Teacher and the teacher-in-training
11	Reflect on one's own teaching practice	Reflection format of academic practice	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
12	Use pedagogic tools and strategies that focus the attention and interest of students	Class assessment format and class observation	Pedagogical interventions of the teacher-in-training
13	Use information gathering instruments to analyse teaching and classroom management strategies in elementary and middle education	Observation journal	Pedagogical interventions of the Mentor Teacher and the teacher-in-training

In addition, data was also collected through two focus groups, which each lasted 2 hours. The focus groups commenced with an online survey (created in Survio online survey software) to generate ideas for discussion and debate. In the survey the teachers-in-training were asked to order the course learning outcomes and associated skills (shown in Table 1) according to their level of importance and difficulty. After the survey, the results were presented and a discussion was generated based on two questions: Why do you think it has been difficult to develop these skills? Why do you think these skills are important?

Data Analysis

Analysis of the documents was supported by use of NVIVO Software version 12, which was used to systematise the data in line with the learning outcomes (see Table 1) to be achieved during the practicums. The 126 documents were collected and each document that evidenced the existence of any of the 13 learning outcomes and key skills targeted in the practicum program was coded and classified into one or more of the 13 nodes (or codes) corresponding to those learning outcomes or skills. The analysis involved two cycles of coding, using the methodology proposed by Saldaña (2009). In the first cycle, descriptive coding was used to compare elements in the documents collected from the two cohorts of students. In the second cycle, theoretical coding was carried out to analyse the classifications given in the first cycle and to compare the skills developed by the two cohorts.

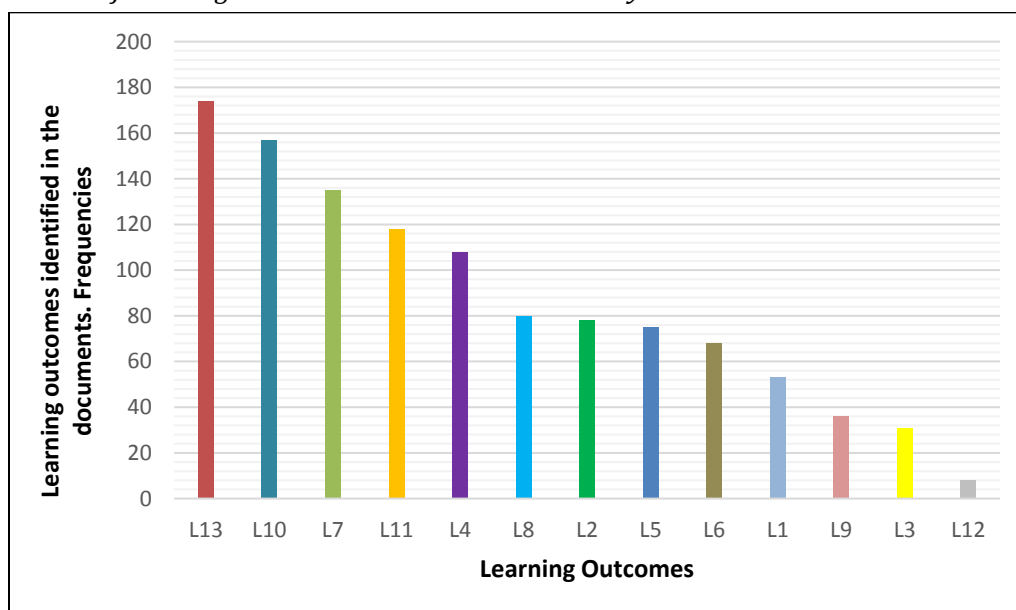
The review and content analysis of the documents was complemented by focus groups in which teachers-in-training were able to discuss and rank the skills and benchmarks of progress that they considered most important and those that they had most difficulty in achieving. Once the discussions generated in the two focus groups were transcribed, they were also encoded in Nvivo using two nodes, one on the importance of the learning outcomes (and related skills) and the other on their usefulness. As in the documents, two coding cycles (Saldaña, 2009) were implemented, a descriptive coding cycle followed by theoretical coding to analyze in more depth the data grouped in each node for both groups of students.

Findings

The incidence of each of the learning outcomes in the documents analysed are shown in Figure 2. Learning outcomes are indicated on the horizontal axis by the number of the learning outcome, preceded by the letter 'L' to indicate it is a learning outcome.

Figure 2

Presence of learning outcomes in the documents analysed.

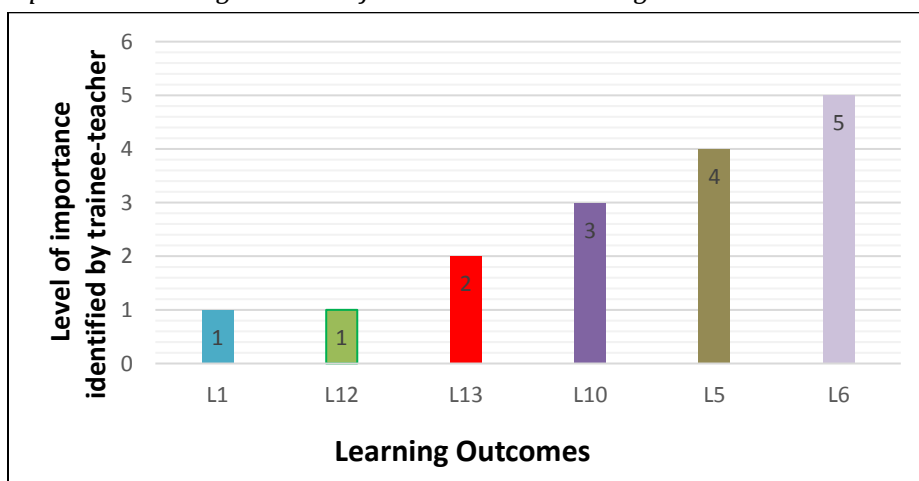


The learning outcomes that were most evident in the documents analysed were coded against learning outcome L13 (analysis of teaching and classroom management strategies), L10 (description of teaching challenges), L7 (Plan structured and relevant classes), L11 (reflect on pedagogical practice), L4 (mastery of teaching in the discipline), and L8 (promotes student learning, assessment, and feedback). The skill that was least evident was L12 (uses pedagogical tools and strategies that focus the attention and interest of students). These findings were used to generate discussion in the focus groups about the learning outcomes and skills that seemed most important to the teachers-in-training and those that were most difficult to achieve.

The learning outcomes that the teachers-in-training identified as most important are shown in Figure 3. In order of frequency, these are: learning outcome L6 (implements strategies that promote a good emotional atmosphere in the classroom); L5 (set expectations that inspire and challenge students); L10 (description of teaching challenges); L13 (use information gathering instruments to analyse teaching strategies and classroom management); L1 (adapts pedagogical practice to the context and needs and strengths of all students); and L12 (uses pedagogical tools and strategies that focus the attention and interest of students).

Figure 3

Most important learning outcomes for teachers-in-training



In the focus groups the teachers-in-training unpacked the reasons why they ranked some learning outcomes, skills, and attributes as more important than others. Examples of student explanations, aligned to learning outcomes, are shown in Table 2.

Table 2

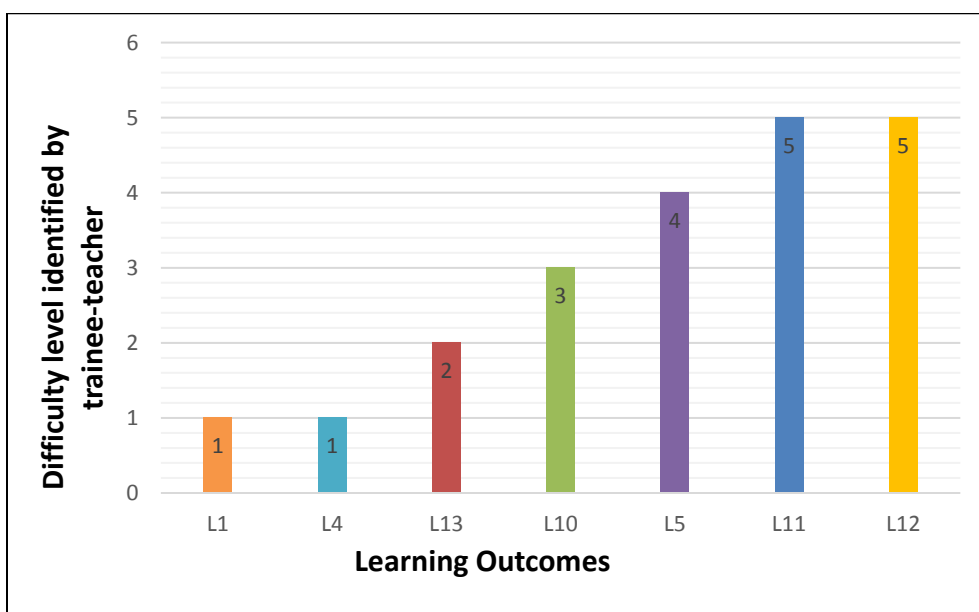
Why these learning outcomes are important: excerpts from focus group discussion

Learning Outcome	Why do you think these learning outcomes are important?
<i>L6: Relationships</i>	Developing classroom emotional management skills is very important, because it is necessary that both the teacher and the students can relate well in classes and other school dynamics
<i>L1: Individual differentiation</i>	The most important thing is to adapt your pedagogical practice to the contexts and needs of the students and their families
<i>L7: Planning</i>	Planning is important, a good teacher must plan the teaching well
<i>L5: Classroom management</i>	Classroom management tools are very important because they have helped us to lose the fear of public speaking and to react well to the anger of children or when teenagers are very defiant.
<i>L7: Relevance</i>	I think it is important that education is relevant, the students I talk to in practice are very critical of the classes and the activities that fail to connect with their realities and their problems, they consider them useless and unnecessary.
<i>L12: Motivation</i>	The issue is planning that motivates students to learn. The important point of planning and design is to get students to learn and get involved in classes.
<i>L4: Disciplinary knowledge</i>	What I see as important is to be able to articulate disciplinary knowledge, to make well-structured class planning from a reading of the students' context
<i>L11: Reflection</i>	We must bear in mind that pedagogical reflection allows us to think and resignify what we do in the classroom.

In the focus groups, the teacher-in-training also ranked the learning outcomes they felt were most difficult to achieve (shown in Figure 4).

Figure 4

Most difficult learning outcomes for teachers-in-training



The seven most difficult learning outcomes were ranked, from the most difficult: L11 (reflect on your pedagogical practice); L12 (uses pedagogical tools and strategies that focus the attention and interest of students); L5 (set expectations that inspire and challenge students); L10 (describe teaching challenges); L13 (use information gathering instruments to analyse teaching strategies and classroom management); L1 (adapts pedagogical practice to the context and needs and strengths of all students); and L4 (demonstrates mastery of the discipline and its didactics, presents the contents of their area clearly and uses different examples to illustrate them).

In the focus group discussions, the teachers-in-training also ordered the learning outcomes according to their difficulty. Some excerpts from the focus group discussion are shown in Table 3.

Table 3

Why these learning outcomes are difficult to develop: excerpts from focus group discussion

Learning Outcome	Why do you think it has been difficult to develop those learning outcomes and related skills?
<i>L4: Disciplinary knowledge</i>	We consider that the most difficult is to learn the knowledge of the discipline because it is necessary to copy different approaches and perspectives
<i>L3: Curriculum integration</i>	It is difficult to incorporate into the pedagogical work the curricular documents proposed by the Ministry of Education as they seem to be very complicated and it is not always easy to contextualize them
<i>L7: Relevant activities</i>	I find it difficult to plan a class and think of enough relevant activities to fulfill the purposes of training the students
<i>L4: Disciplinary pedagogy</i>	For me, the most challenging learning has been to be able to integrate pedagogical knowledge with knowledge of the didactics of the discipline to plan and teach the classes well.
<i>L4: Disciplinary knowledge</i>	I think that we in early childhood do need much more disciplinary training, in what has to do with reading and writing strategies and promoting the development of mathematical thinking in children.
<i>L7: Planning</i>	The main difficulty is to prepare a class that has everything necessary for students to learn and is also aligned with what the institution has proposed in its pedagogical approach. I think that appropriating the approach of educational institutions has taken time.

The focus group discussion indicates that the teachers-in-training considered that the main difficulty encountered in the practicum program was the development of skills that allow them to teach well and which inform the learning of their students. They had difficulty in learning the didactic knowledge of their discipline. It emerged in the focus groups that for students it is not enough to have a general knowledge of pedagogy and didactics but they want specific knowledge of how to teach in disciplines such as languages, mathematics, history, chemistry, and arts. Lesson planning also generated difficulties because, in addition to knowing how to structure a class, students need to incorporate the national curricular documents as well as the pedagogical approaches of the schools where they do their practicums.

The teachers-in-training were most concerned about the skills that were directly related to their future work in the classroom. This explains why achieving learning outcomes such as using information collection instruments to analyze teaching strategies and make observation records in which they analytically describe teaching challenges did not appear in the focus group discussion, although they did appear very frequently in the documents analyzed and even in the survey on the most difficult skills. It seems that practitioners consider the skills of recording and analyzing classroom situations to be important, but they have already developed them. Therefore, their interest is focused on learning outcomes that relate to practical classroom skills, and more specifically, on skills to teach their students well.

A discussion in the focus groups on the most useful learning outcomes revealed topics that had not been mentioned in the prior discussion on learning outcomes of importance. For example, implementing strategies that promote a good emotional classroom environment that facilitates learning, and intentional and systematic reflection of their pedagogical practice were regarded as useful. This implies the recognition of the teachers-in-training on the usefulness of constantly reviewing the strategies, materials and theoretical and methodological references that guide their teaching, and also the ways in which their students demonstrate their learning. From the point of view of the teachers-in-training, developing the ability to reflect on practice is useful because it contributes to a permanent improvement in teaching.

The teachers-in-training reflected that it was important and useful to understand how to guide the learning process through lesson planning and strong pedagogical and didactic knowledge and skills of the discipline. It was particularly interesting that the teachers-in-training highlighted that it is not only useful to develop these skills but also to articulate them in order to better guide the teaching and learning processes.

The learning outcomes that the teachers-in-training identified as being both difficult and important were directly related to their future roles as teachers. This indicates that they are keen to acquire the necessary tools to do their job well. This reflection is important because it indicated that the practicum program positions the teachers-in-training to recognise what they have learned well, what they have not yet learned, and the difficulties that this gap can generate in their future work. This reflection is also useful for the practicum program, to identify what aspects of the program are generating difficulties, what actions must be implemented to overcome those difficulties, and finally, what mechanisms need to be established to provide follow-up and monitor the learning of the teachers-in-training.

The findings show that the learning outcome 12 'use pedagogical tools and strategies that focus the attention and interest of its students', is the one that appeared the least in the documents analysed while it ranked second in difficulty level for practitioners. This suggests that greater emphasis is needed in the practicum program on providing teachers-in-training with tools to maintain students' motivation for learning.

In summary, the results of the analysis of the documents and of the focus groups indicate the achievement of learning outcomes related to class observation, perceptions of the teacher's-in-training of the importance of articulating knowledge about the emotional management of the classroom, disciplinary and pedagogical knowledge to promote student learning and the need to provide tools to teachers-in-training to focus the learning of their students in the classroom.

Discussion and Conclusions

The practicum program discussed in this paper links teaching practice with the application of knowledge to a specific teaching and learning situation (Forner, 2000). The program focuses on the development of learning outcomes and skills that the teacher-in-training must develop and internalise to develop quality interactions with their students (Pianta et al., 2008).

The most important learning outcomes to teachers-in-training (figure 3) are the development of educational practices that help them to respond to the needs of students and their contexts, develop strategies to promote a good emotional environment in the classroom and help their students achieve superior academic achievement. Regarding the skills that the teachers-in-training selected as the most difficult (figure 4), these were learning how to reflect on their practice and acquire knowledge and skills to interest and motivate their students, as well as identify ways to make their practices and learning processes explicit. These results are valuable because they indicate that the interests of the practitioners are aligned with the underpinning philosophy of the practicum program. That is, that reflective thinking is important for teachers, and is something that is learned, and can therefore also be taught.

The focus on reflection that teachers-in-training receive in the practicum program exerts a powerful influence on their concept of teaching and learning, which in turn has a flow on effect to their pedagogical practice. Reflection is an essential element in teacher training since it enables the teacher-in-training to question and investigate their practices. Aligned to this is the focus on in-service teacher engagement in professional development to stimulate reflection on and challenge their educational conceptions and practices to meet the learning needs of students in the 21st century (for example, see Brun 2013). During the last twenty years, reflection has become an essential component of professional development (Buzza et al., 2013; Ossa et al., 2015; Harford & MacRuire, 2008; Jay & Johnson, 2002; Loughran, 2002; Orland-Barak & Yinon, 2007; Ovens & Tinning, 2009; Postholm 2008). Reflection is an individual or collective process that values experiences, beliefs, and different perspectives. The reflective process leads the individual to new clarity and a permanent questioning about their work (Kay & Johnson, 2002). According to Buzza et al. (2013), reflection allows teachers to improve their practice, transform their work and enhance the learning of their students. Reflection also helps to overcome the limitations of the normative and implicit knowledge and assumptions that educational institutions impose on teachers.

The teachers-in-training in this study learnt skills from their mentor teachers who guided them during their practicums. The figure of the mentor is very important in the framework of this practicum program because they offer knowledge and experience that teachers-in-training can learn from. Mentorship "is an educational relationship between a mentor and a learner, who teaches, listens, shares, accompanies, supports and guides the learner on their learning path" (Verdesoto & Chenche, 2018). A mentor who wishes to accompany teachers-in-training effectively must manifest a range of qualities: communication skills, emotional intelligence, prestige in the community, availability and flexibility, personal involvement, and practical competence. In this study, the mentors of teachers-in-training who were developing research skills also had skills themselves in the production of scientific articles and other academic publications.

As mentioned in the final part of the results, the responses of the teachers-in-training indicate that the practicum program presented in this paper is highly valued as it puts them in the classroom and school settings of their future work. Additionally,

practice, the fundamental axis of the program, allows them to identify which skills are the most important for their practice as teachers and which skills they have not yet developed. This part of the practicum program is important for the university. It provides a review of the program and opportunities for improvement, strengthening its pedagogical component, and identification of strategies that help to monitor the learning of teachers-in-training, with special emphasis on those skills identified by them as the most difficult.

The focus groups also revealed that strengthening of the program should focus on these aspects: determining what is learned and how pedagogical skills are learned in practice; monitoring and emphasising learning outcomes and skills considered difficult; and, promoting articulation of skills so that learning from practice has a character of integration and not fragmentation. These actions would be aligned with the recommendations of authors such as González and Gómez (2014) and Bolívar (2019) who have concluded that practicum programs that train teachers should be interested in exploring how pedagogical concepts are learned. Mannathoko (2013) and Endeley and Nalova (2014), also indicate that practice improves the pedagogical knowledge of teachers-in-training and allows them to appropriate specific pedagogical knowledge.

A final aspect that emerged from the results is the need to ask about the meaning and approach of the supervision of the practice. Learning needs that emerged from both the analysis of documents and the focus groups indicate that supervision must go beyond logistical matters and must focus on continuous review and improvement of content, purpose, and theoretical and methodological elements (García & Martínez, 2006). Bolívar (2019) and Sagayo and Chacón (2006) invite us to rethink practicum programs, to change the approaches to professional practice and make practicums the axis of teacher training that are comprehensive and reflective, an object of study and a field of intervention in the complex situation of the school culture. Teacher training is not merely an instrument for teaching methodological perspectives, but fundamentally, teacher training addresses substantive questions about the role of teachers in the political and ethical project of society (Escudero et al., 2017; García, 2012). We propose that the present and future construction of societies depends on the effectiveness of teacher training.

In this paper we reflect on the analysis of documents and reflections of teachers-in-training and what they tell us about the importance, difficulty and usefulness of the learning outcomes of the practicum-program at a Colombian university. The teaching practicum has a central place in exploring substantive questions in society in addition to providing teachers-in-training with the knowledge, skills, and attitudes they need to effectively perform the work of teachers, including engagement in research and reflection about what takes place in the school environment.

Acknowledment

The paper is the product of a research articulated to the projects: "The learning of social sciences and the development of competences in secondary school P17.323622.010, financed by the Faculty of Education and the vice-rector for research of the Universidad de los Andes," and "Citizen education and training of Ibero-American teachers: knowing the representation of

geographical and historical knowledge to promote a critical school practice” (GV / 2021/068), financed by the Consellería d’Innovació, Universitats, Ciència i Societat Digital de la Generalitat Valencian.

Conflict of interest

The authors declare that they have no conflict of interest. Funders had no role in the design of the study; in the collection, analysis, or interpretation of data; in the writing of the manuscript, or in the decision to publish the results.

Authors' contributions

The authors declare that they have read and accepted the published version of the manuscript. The contributions of the authors to the manuscript are as follows: conceptualization, NP & AR; methodology, NP & AR; software, NP; validation, NP & AR; formal analysis, NP & AR; research, NP; resources, NP; data preservation, NP; writing - preparation of the original draft, NP & AR; writing - proofreading and editing, NP & AR; visualization, NP & AR; supervision, NP.

References

- Ávalos, B. (2011). *Teachers for Education for All. Subject: Initial Teacher Training*. Santiago de Chile: Regional strategic project on teachers orealc UNESCO - CEPPE.
- Ávalos, B. & Matus, C. (2010). *La Formación Inicial Docente en Chile Desde Una Óptica Internacional*. Evidencia Nacional del Estudio Internacional IEA TEDS-M. Santiago: Ministerio de Educación de Chile.
- Bolívar, R. M. (2019). Investigar la práctica pedagógica en la formación inicial de maestros. *Pedagogía y Saberes*, (51). <https://doi.org/10.17227/pys.num51-2881>
- Brun, M. (2013). Policy and Practice for ensuring educational quality and equity through the integration of ICT in Initial Teacher Education in Latin America. In J. Michalak (Ed.), *Research, Policy, and Practice in Teacher Education in Europe* (pp. 345-358). University of Łódź, Poland.
- Buzza, D., Kotsopolous, D., Mueller, J. & Johnston, M. (2013). Exploring the relationship between self-regulation and reflection in teacher education. *Journal of Teaching and Learning*, 9(1), 1-12. <https://doi.org/10.22329/JTL.V9I1.3578>
- Calvo, G., Rendón, D. B. & Rojas, L. I. (2004). Un diagnóstico de la formación docente en Colombia. *Revista Colombiana de Educación*, 47, 201-217.
- Camargo, M., Calvo, G., Franco, M.C., Vergara, M. & Londoño, S. (2007). *La Formación de Profesores en Colombia: Necesidades y Perspectivas*. Bogotá: Universidad de La Sabana.
- Darling-Hammond, L. (2017). *Empowered Educators: How High-Performing Systems Shape Teaching Quality Around the World*. Nueva York: John Wiley & Sons Inc
- EFA Global Monitoring Report (2005). *Education for All: The Quality Imperative*. Paris: UNESCO.
- Endeley, M. & Nalova, E. (2014). Teaching practice in Cameroon: The effectiveness of the University of Buea model and implications for quality teaching practice in Cameroon: The effectiveness of the University of Buea model and implications

- for pre-service teacher education. *Australian Journal of Teacher Education*, 39 (11). <https://doi.org/10.14221/ajte.2014v39n11.9>
- Escudero, J., González, M. & Rodríguez, M. (2017). Los contenidos de la formación continuada del profesorado: ¿qué docentes se están formando? *Educación XX1*, 21(1), 157- 180. <https://doi.org/10.5944/educxx1.20183>
- Fornier, À. (2000). Investigación Educativa y formación del profesorado. *Revista Interuniversitaria de formación del profesorado*, 39, 33-50.
- Flores, H. & Palacios, N. (2018). Cultural and Intercultural Education: Experiences of Ethnoeducational Teachers in Colombia. *Australian Journal of Teacher Education*, 43(7). <http://ro.ecu.edu.au/ajte/vol43/iss7/>
- García, J. (1993). *Formación permanente del profesorado. Más allá de la Reforma*. Madrid: Escuela Española.
- García, J. (1997). *Evaluación de la formación del profesorado: Marcos de referencia*. Bilbao: Mensajero.
- García, J. (2012). La formación permanente del profesorado: motivaciones, realizaciones y necesidades. *Revista Educación XX1*, 1(1), 129-158. <https://doi.org/10.5944/educxx1.1.1.400>.
- García, H. & Martínez, F. (2006). El sentido de la asesoría en la práctica docente (Trabajo de grado). Universidad de La Salle, Bogotá. <http://repository.lasalle.edu.co/bitstream/handle/10185/7978/26011031.pdf?sequence=1>.
- Gatti, B. & de Sá Barreto, E. (2009). *Professores do Brasil: Impasses e Desafios*. Brasília: UNESCO.
- González, M. & Gómez, P. (2014). Conceptualizing and describing teachers' learning of pedagogical concepts. *Australian Journal of Teacher Education*, 39 (3912). <http://ro.ecu.edu.au/ajte/vol39/iss12/2>.
- Harford, J. & MacRuaire, G. (2008). Engaging student teachers in meaningful reflective practice. *Teaching and Teacher Education*, 24, 1884–1892.
- Hodges, T. E., Mills, H., Blackwell, B., Scott, J. & Somerall, S. (2017). Learning to Theorize from Practice: The Power of Embedded Field Experiences. In C. Martin. & D. Polly (Eds.), *Handbook of Research on Teacher Education and Professional Development C*. (pp. 34- 47). Pennsylvania: IGI Global's DOI: [10.4018/978-1-5225-1067-3](https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1067-3).
- Husbye, N., Alover, Y. & Song, K. (2017). Patterns of Practice and Teacher Identity: Insights from the QTEL Professional Development. In C. Martin. & D. Polly (Eds.), *Handbook of Research on Teacher Education and Professional Development C* (pp. 527-537). Pennsylvania: IGI Global's. DOI: [10.4018/978-1-5225-1067-3](https://doi.org/10.4018/978-1-5225-1067-3).
- Imbernón, E. (1994). *La formación del profesorado*. Barcelona: Paidós.
- Jay, J. & Johnson, K. (2002). Capturing complexity: A typology of reflective practice for teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 18(1), 73-85.
- Loughran, J. (2002). Effective Reflective Practice: In Search of Meaning in Learning About Teaching. *Journal of Teacher Education*, 53, 33-43.
- Mannathoko, M. (2013). Does teaching practice effectively prepare student-teachers to teach creative and performing arts? The case of Botswana. *International Journal of Higher Education*, 2(115), 116-121. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v2n2p115>
- Ministerio de Educación Nacional. (2015). *Lineamientos de calidad para las*

- Licenciaturas en educación (Programas de Formación inicial de maestros)*. Viceministerio de Educación Superior. Bogotá.
- Ministerio de Educación Nacional (2016). *Resolución 2041 de 2016. "Por la cual se establecen las características específicas de calidad de los programas de Licenciatura para la obtención, renovación o modificación del registro calificado*. Bogotá.
- Organisation for Economic Co-operation and Development OECD (2005). *Teachers Matter: Attracting, Developing and Retaining Effective Teachers*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development OECD. (2009). *Evaluating and Rewarding the Quality of Teachers: International Practices*. Paris: OECD.
- Organisation for Economic Co-operation and Development OECD (2018). *The Development of the teaching profession in Colombia*. In *OECD reviews of school resources: Colombia 2018*. Paris: OECD.
- Orland-Barak, L. & Yinon, H. (2007). When theory meets practice: What student teachers learn from guided reflection on their own classroom discourse. *Teaching and Teacher Education*, 23, 957-969.
- Ortega, J. M. (2017). Conocimiento escolar y conocimiento "disciplinar" del profesor: algunas reflexiones sobre la participación del profesor en la construcción y enseñanza del contenido asociado a las disciplinas escolares. *Folios*, 45, 87-102. <https://doi.org/10.17227/01234870.45folios87.102>
- Ossa, M., Gutiérrez, R. & Aldana, M. F. (2015). Engaging in critically reflective teaching: from theory to practice in pursuit of transformative learning. *Reflective Practice*, 16(1), 16-30. <https://doi.org/10.1080/14623943.2014.944141>
- Ovens, A. & Tinning, R. (2009). Reflection as situated practice: A memory-work study of lived experience in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 25(8), 1125-1131. doi: [10.1016/j.tate.2009.03.013](https://doi.org/10.1016/j.tate.2009.03.013).
- Palacios, N., Chaves, L. & Martin, W. A. (2020). Desarrollo del pensamiento histórico. Análisis de exámenes de los estudiantes. *magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 13, 1-29. doi: [10.11144/javeriana.m13.dpha](https://doi.org/10.11144/javeriana.m13.dpha).
- Palacios, N. (2020). Do Colombian students who work get lower scores in the Saber 11 Test? *Labor History*, 61, (5-6), 706-727. <https://doi.org/10.1080/0023656X.2020.1826415>
- Perafán, G. A. (2013). La transposición didáctica como estatuto epistemológico fundante de los saberes académicos del profesor. *Folios*, 37, 83-93.
- Pianta, R. C., Belsky, J., Vandergrift, N., Houts, R. & Morrison, F. J. (2008). Effects of the classroom on the achievement trajectories of children in primary school. *American Journal of Educational Research*, 45, 365-397.
- Postholm, M. B. (2008). Teachers Developing Practice: Reflection as Key Activity. *Teaching and Teacher Education*, 24(7), 1717-1728.
- Sagayo, Z. & Chacón, M. (2006). Las prácticas profesionales en la formación docente: hacia un nuevo diario de ruta. *Educere*, 10(32), 55-66. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=35603209>.
- Saldaña, J. (2009). *The Coding Manual for Qualitative Researchers*. London: Sage.
- SERCE (2010). *Factores Asociados al Logro Cognitivo de los Estudiantes de América Latina y El Caribe*. Santiago: UNESCO/OREALC.

- Takimoto, Y. & Kukar, N (2017). Teaching and Learning Simultaneously: Collaboration between Teacher Education and a University ESL Program. In Martin, C. & Polly, D (Eds.), *Handbook of Research on Teacher Education and Professional Development* (pp. 48-67). Pennsylvania: GI Global books.
- UNESCO UIS (2006). *Teachers and Educational Quality Monitoring Global Needs for 2015*. Montreal: UNESCO Institute for Statistics.
- Verdesoto, G. J. Z. & Chanche, M. J. S. (2018). Aplicación del mentoring (mentor) en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la Educación Superior. In M. R. Tolozano & R. Arteaga (Coords.), *Memorias del cuarto Congreso Internacional de Ciencias Pedagógicas de Ecuador: La formación y superación del docente: desafíos para el cambio de la educación en el siglo XXI* (pp. 466-476).
- Villar, L. M. (1995). *Un ciclo de enseñanza reflexiva. Estrategia para el diseño curricular*. Bilbao: Mensajero.
- World Bank. (2015). *World Bank Support to Early Childhood Development: An Independent Evaluation*. Washington, DC: World Bank.
- World Bank. (2017a). *World Development Indicators (database)*. World Bank. Washington, DC. <http://data.worldbank.org/products/wdi>.
- World Bank. (2017b). *World Development Report 2017: Governance and the Law*. Washington, DC: World Bank.
- Zeichner, K. (2010). Competition, economic rationalization, increased surveillance, and attacks on Diversity: Neo-liberalism and the transformation of teacher education in the U.S. *Teaching and Teacher Education* 26, 1544-1552.

Supporting All Students: Teacher Education and the Realities of Trauma

Janine J. DARRAGH
Gina MIKEL PETRIE

Datos de contacto:

Janine J. Darragh
University of Idaho Moscow,
Idaho, United States |
janined@uidaho.edu

Gina Mikel Petrie
Eastern Washington
University Cheney,
Washington, United States
gpetrie@ewu.edu

Recibido: 31/05/2021
Aceptado: 20/10/2021

ABSTRACT

This article addresses the potential for preparing teachers to instruct students who are living in contexts of trauma as well as the implications of excluding such preparation. Literature in education, social work, and health care are drawn from to highlight important concepts related to trauma. These include types of trauma, effects of trauma on learning, trauma-informed teaching strategies, and the secondary trauma often experienced by bystanders such as teachers. The current state of trauma training in U.S. teacher educational programs is considered generally as well as within the authors' specific institutions. Against this backdrop, case study research was conducted of novice and experienced teachers in the United States teaching in contexts in which their students with immigrant and refugee backgrounds were experiencing the impacts of political trauma. Interviews took place immediately after executive orders imposing immigration limits intended to stop or reduce refugee resettlement and asylum applications were signed. Interviews were analyzed using a qualitative theoretical analysis methodology to identify how teachers supported their students, each other, and themselves during this time of trauma. The findings included both promising teaching approaches as well as a glaring absence of explicit support given to teachers directly and a lack of teacher self-care. The authors suggest a re-envisioning of teacher preparation responsive to the impact of trauma that can lead to the well-being of both students and their teachers.

KEYWORDS: Teacher preparation; trauma-sensitive teaching; secondary trauma; teacher support.

Apoyo a todos los estudiantes: la formación del profesorado y las realidades del trauma

RESUMEN

Este artículo aborda el potencial para preparar a los maestros para instruir a los estudiantes que viven en contextos de trauma, así como las implicaciones de excluir dicha preparación. La literatura en educación, trabajo social y atención médica se extrae para resaltar conceptos importantes relacionados con el trauma. Estos incluyen tipos de trauma, efectos del trauma en el aprendizaje, estrategias de enseñanza informadas sobre el trauma y el trauma secundario que a menudo experimentan los espectadores, como los maestros. El estado actual de la capacitación en trauma en los programas educativos para maestros de EE. UU. Se considera generalmente, así como dentro de las instituciones específicas de los autores. En este contexto, se realizó una investigación de estudio de caso de maestros novatos y experimentados en los Estados Unidos que enseñaban en contextos en los que sus estudiantes con antecedentes de inmigrantes y refugiados experimentaban los impactos del trauma político. Las entrevistas tuvieron lugar inmediatamente después de que se firmaron órdenes ejecutivas que imponían límites de inmigración destinados a detener o reducir el reasentamiento de refugiados y las solicitudes de asilo. Las entrevistas se analizaron utilizando una metodología de análisis teórico cualitativo para identificar cómo los maestros apoyaron a sus estudiantes, entre ellos y a ellos mismos durante este tiempo de trauma. Los hallazgos incluyeron tanto enfoques de enseñanza prometedores como una evidente ausencia de apoyo explícito brindado directamente a los maestros y la falta de autocuidado de los maestros. Los autores sugieren una nueva visualización de la preparación del maestro que responda al impacto del trauma que puede conducir al bienestar de los estudiantes y sus maestros.

PALABRAS CLAVE: preparación del maestro; enseñanza sensible al trauma; trauma secundario; apoyo al profesorado.

Introduction

In the chaos and turmoil of 2020, as practically every corner of the globe, economy, and institutions were impacted by the COVID-19 pandemic and the measures put into place to limit exposure, teachers' work transitioning to online teaching was a tremendous shift. Within just a matter of months K-12 teachers across the United States transformed shaky, hesitant synchronous sessions into engaging, fluent, tech-savvy lessons for students. Truly newsworthy, this aspect of teachers' lives did not make headlines. Instead, tales of teachers' roles as first responders in their students' lives shocked the populace. Teachers called 911 and managed their students' well-being when, on live camera, a student was assaulted (Gesualdi-Gilmore, 2020), an intruder broke into two students' home (Rahman, 2020), a student's mother was shot during a domestic violence incident (Peiser, 2020), a student shot himself during class

(Ahumada, 2020), and a student's grandmother needed an ambulance (Bush, 2021). Trusted teachers have always been one of the first places students turn to in the midst of stress or the aftermath of a tragedy. The headlines in these cases arose from the limelight, exemplifying this additional burden teachers bare of acting as first responders of a different sort when students experience trauma. It is this role that the authors believe needs special consideration in the teacher education curriculum. In this article, we build context for the consideration of trauma impacts on students and teachers, report the results of a study focused on one specific type of trauma, and then share implications that we see for our own teacher education programs and possibly others as well.

Trauma, as defined by the American Psychological Association, is "an emotional response to a terrible event" (para. 1). Types of trauma include one-time catastrophic events such as accidents, violence, and natural disasters; repeated chronic exposure to ongoing stressful situations such as abuse or poverty; and insidious trauma in which a sociocultural setting (such as a dangerous neighborhood or an unwelcoming community) incites fear. A study by the Kaiser Foundation found that Adverse Childhood Experiences (ACEs) are "linked to chronic health problems, mental illness, and substance use problems in adulthood. ACEs can also negatively impact education, job opportunities, and earning potential" (Centers for Disease Control and Prevention, 2021, para. 3). For example, when children grow up in repeated stressful, traumatic circumstances such as experiencing or witnessing violence, living in a household with substance use/abuse, mental illness, and/ or food insecurity, there is an increased likelihood that there will be impacts on the child's physical, mental, emotional, and academic well-being, and that these negative impacts may follow the child into adulthood. The more ACEs a child has experienced, the more likely they are to have lasting negative effects (Center for Disease Control and Prevention) and the more likely they are to have challenges with their academics in the present day. A study of students in primary school reported that "children with at least three ACEs were three times more likely to experience academic failure, four times more likely to experience health problems, five times more likely to experience attendance problems, and six times more likely to have behavioral problems" than their peers with fewer/ no ACEs (Blodgett & Lanigan, 2018, p. 137).

Having ACEs is common, and does not mean that a person will absolutely have challenges in childhood and later in life; however, research clearly shows that the risk is higher. It is estimated that over 60% of all adults have experienced at least one ACE, and over 15% have four or more. When acute trauma (e.g., accidents, natural disasters) and chronic trauma (e.g., ACEs) are taken into consideration along with recent insidious political trauma such as Asian American hate crimes, exacerbated by financial, social, familial, and emotional impacts connected to the COVID-19 pandemic, it is probable that more people are living with trauma today than ever before. With prevalence rates so high, it is certain that teachers will have learners in their classrooms who come from contexts of trauma. As such, it is imperative that all educators understand the effects that trauma can have on the brain and learning as well as trauma-sensitive teaching strategies that can be utilized to both mitigate the effects of trauma on the brain and to better support all students within the classroom.

Trauma exposure produces chemical and physical changes in the brain that impede typical brain function. The areas of the brain that are most affected by these changes are those that are responsible for functions such as memory, organizing and recalling information, attention, and emotion regulation- all skills that are required for learning and performing well in school. As such, it is no surprise that students who have been exposed to trauma are more likely to have poor academic achievement (Chafouleas et al., 2019). Moreover, adolescents who come from traumatic backgrounds have an increased risk for low self-esteem, drug and alcohol use/abuse, truancy, suicide, and other risk-taking behaviors (Woodbridge et al., 2016).

While supporting students who have experienced trauma may feel daunting, research does show that the effects of trauma can be reversed. Neuroplasticity, “a general umbrella term that refers to the brain’s ability to modify, change, and adapt both structure and function throughout life and in response to experience” (Voss et al., 2017, para 1), is the brain’s capacity to heal and recover from trauma. Research shows that for children, the most important factor to facilitate neuroplasticity is having at least one caring, competent, stable adult in the child’s life (Child Welfare Information Gateway, 2017). While ideally that adult would be a parent or a family member, it need not be; it could be a teacher. Salvatore and Crain de Galarce (2017) give hopeful urgency for teachers to develop trauma-sensitive strategies:

Research also shows that children are resilient, and their brains are flexible. Given the right environmental conditions and appropriate interventions, the severity of trauma symptoms can be reduced..., and when teachers fully understand their students’ needs, they can provide the physical and emotional space that support what researchers call neuroplasticity—or the brain’s ability to rewire itself, forming new neural connections.

Thus, while trauma has a negative effect on learning, learning also can undo trauma. (37)

Research on inclusion of trauma-sensitivity training at the university level can predominately be found in the medical, psychological, counseling, and social work fields. Clearly there is a necessity for these programs to include trauma-training; however, we posit that the education field should do so as well. Teacher preparation programs are tasked with providing instruction to help new teachers be successful in the profession. In order to prepare future teachers to support all students, it is imperative that trauma-sensitive pedagogy be included in the teacher preparation curriculum. However, in our personal experiences, the inclusion of trauma as a topic to be explored is glaringly absent from teacher preparation classes. For example, while our own universities do include training on meeting the diverse learning needs of students and culturally-responsive teaching strategies, supporting students who have experienced trauma is not explicitly included in the curriculum. Individual instructors may intentionally address trauma in their courses, but it is not because it is required nor even suggested. Rather, it is included because the instructor has a personal interest in the topic and chooses to include it in their individual classes.

It appears that across the United States, our universities are not alone in their lack of focus on preparing teachers to support learners who have experienced trauma in general and students who come from refugee and immigrant backgrounds specifically. A review of teacher education literature spanning 1980-2001 found that “in an examination of 579 articles published by the Journal of Teacher Education between

1980 and 2001... No articles spoke practically or concretely in terms of strategies, skills, appropriate content knowledge for teachers” (Goodwin, 2002, p. 160). Like Goodwin, we found a dearth of research regarding trauma-sensitive teaching as a component of teacher preparation, even when spanning the search to the present day. However, in our search for scholarship surrounding trauma-training in teacher preparation, we were heartened to see a recent uptick in articles highlighting the importance of teaching about compassion fatigue and steps that can be taken to combat it. Because teachers’ roles as first responders of a different sort can take a grave toll, they need to understand the importance of self-care and setting boundaries as well as specific actions they can take in order to help themselves to be emotionally healthy so that they can be the best teachers for their students. Explains Maryam Kia-Keating in an interview regarding stress and coping strategies for students from immigrant backgrounds and their teachers: “Best practices need to start at the organizational and structural level, where schools themselves are attuned to the needs of their staff, and provide accommodations and resources to improve the health and well-being of their faculty” (Strom, n.d., para. 13).

It is against this backdrop that we explored case studies of novice and experienced teachers in the United States teaching in contexts in which their students with immigrant and refugee backgrounds were experiencing the impacts of insidious political trauma (see description below), and we posit that these findings can be applied to the complex traumas students are facing around the world today. Specifically, in this study we sought to answer the following research questions: How did teachers identify and experience support immediately following the signing of Executive Orders 13,767 and 13,769?

Methodology

This study is part of a larger study (Darragh & Petrie, 2019; Petrie & Darragh, 2018) that investigated the emotions of eight K-12 ESL teachers in the United States immediately after the then President of the United States signed Executive Orders 13,767 and 13,769. These orders, which the media called the “Muslim Ban” had several components focused on immigrants and refugees, such as restricting travel and refugee resettlement, primarily from countries with majority-Muslim populations; calling for massive deportation for those who are undocumented; and calling for the building of a border wall and additional detention facilities for undocumented immigrants attempting to enter the United States. In this current study, we look more deeply at the teachers’ individual and combined responses to the political trauma their students were experiencing at that time immediately following the signing of the Orders, specifically focusing on how teachers identified and experienced support during this time of trauma for their students.

As professors of TESOL teacher preparation with a combined forty years’ teaching experience, we first received expedited ethical approval through our universities’ Institutional Review Board. Upon gaining approval, we utilized a convenience sample for our participants, directly contacting via phone, text, and email several K-12 teachers of English Language Learners that we knew, as well as inviting teachers

through social media sources such as facebook, facebook messenger, and WhatsApp. We specifically reached out to teachers who primarily worked with students from refugee and immigrant backgrounds, targeting those we felt would be interested in participating in our research. Eight teachers agreed to be interviewed for this case study project. The participants all identified as White, with seven participants identifying as female and one identifying as male. While not a diverse representation, these demographics do match the overall demographics of the teacher work force in the United States. The participants taught in K-12 schools across the United States, and their teaching experience ranged from a student teaching intern with no solo classroom teaching experience to a veteran teacher of thirty-five years. Interviews were conducted within six weeks of the signing of the Executive Orders in order to best capture the experiences of the teachers while they and their students were in the midst of the emotional trauma they were feeling. Interviews were conducted in the mode that each individual teacher chose (in person, Skype, phone), with the first author interviewing five teachers, and the second author interviewing three. We prepared seventeen questions for the interview protocol (see Appendix), asking a variety of questions such as, “Have you seen evidence of an impact from any recent events in your school community? Has your school community carried out any deliberate responses to recent events?, and What is your vision of your role as a teacher of ELLs?

All interviews were transcribed verbatim by the two researchers and then were analyzed utilizing a qualitative theoretical analysis using pre-determined categories (Flick, 2014). Previous research indicated three potential effective means by which to mitigate the effects of secondary trauma and compassion fatigue: access to similar others, colleagues who were simultaneously working to manage their feelings (Petrie & Darragh, 2018), practicing self-care, and seeking outside support (Salvatore & Crain de Galarce, 2017). Thus, for this study we were especially interested in how and from where the teachers perceived that they were getting support during a challenging time. As such, while reading and re-reading the interviews, we focused on the comments when teachers discussed anything connected to feelings of support. Both researchers read and re-read the interview transcripts, identifying individual patterns and themes. Then the researchers met together and talked through individual codes, noting overlaps. Ultimately, three categories emerged: teachers supporting their own students; colleagues and administrators supporting the teachers’ students; and, a lack of support experienced.

Results

The findings in this study were significant both for what the teachers said as well as what they did not. Alongside teachers’ thundering reports of their own attempts to support their students of refugee and immigrant backgrounds was their silence on how they took care of themselves. Also present were a few powerful stories of the impact of colleagues. Below we share how teachers experienced support during a context of political trauma in the aftermath of the signing the Executive Orders

Teachers supporting their students

All eight teachers interviewed shared multiple examples of ways in which they attempted to support the distraught students in their classrooms. First and foremost, teachers sought to reaffirm their caring relationships with their students. They did so, for example, by carefully attending to how they greeted students, using the opportunity to reinforce their connection. Other teachers described their intentional demonstrations of support for students. For example, one teacher shared that she, tried “to make sure that by the end of the day everybody was told that we are happy you are here and we want you here.” Another explained, “I started this week with a conversation in all of my classes telling them that I love them and they are welcome in my classroom.”

Teachers’ reinforcement of their relationships with students included an interesting dimension—creating a boundary of an accepting space within the classroom beyond the reach of those associated with rejecting the students. One teacher found herself answering her students’ questions about her political beliefs and the political party she associated with. Although she had previously avoided revealing such personal information over the years, she felt that this time was different—that the students of refugee and immigrant backgrounds were actually asking whether she truly accepted and welcomed them in her classroom. Thus, she signaled that she did not belong among those that the students perceived were in favor of the Executive Orders which painted them as threats. Another teacher carried out a similar rhetorical move by creating a demarcation between the attitudes the Executive Orders encouraged citizens to take (to view refugees and immigrants as terrorists and criminals) and her own relationship to them. She explained, “I never had to be so direct about assuring them that they were safe, and that I am not the agent of the government, you know? That I am here for *them* and their success, not to follow some law.” Teachers were successful in creating a safe space in their classrooms that emanated from their own caring for their students. This created a place where students could then consider the Executive Orders in an academic way. For example, one teacher described the high emotions her students brought to class with them immediately following the signing of the Orders this way, “It was very tense and [we were] just kind of talking about... what people were saying in the media.”

When students reported multiple cases of bullying at many of the schools in the days following the signing of the Executive Orders, teachers responded by contrasting these anecdotal experiences against the attitudes of a majority of US residents. For example, one teacher tried to support her students by letting them know that she and so many others cared about and supported them by explicitly telling them, “You know the majority of Americans don’t feel this way. Yes, some kids said this (e.g. ‘They’re going to deport your ass; go back to Mexico’) to you, but you know that the majority of us, the vast majority of us, are happy to have you here.” She firmly planted herself before the students as belonging to the majority- those who welcomed and accepted all in the school, regardless of background.

Another element the teachers reported in their support of the students was the explicit information shared with students about their civil rights both to empower and reassure them.

Three of the teachers talked specifically about introducing rights as a vehicle to show support. For example, one teacher explained, “Well, we talked about Civil Rights, we talked about their immigration status. Since most of them are refugees, I said, ‘Well you know these are your rights here. You don’t have to let police into your house. You got here legally. You’re okay.’” Similarly, another teacher shared:

I gave them the information that our district shared with us about how to not answer the door if Immigration knocks and stuff like that. I’ve had to talk to them about, like, we will never ask them, and it’s nobody’s business about their status. We won’t allow the government or the police to come and try and take them; it’s the district policy.

Even the teachers of young children sensed their students’ heightened emotions. When speaking about her kindergarten students, for example, one teacher shared, “I had to kind of stop and explain to them that... everybody’s safe, and they’re not trying to come after you.” Clearly, the teachers interviewed for this study anticipated, sensed, and felt their students’ trauma and addressed it head-on through providing them with knowledge, resources, and affirmations of safety and support.

Colleagues and administrators supporting students

Five of the eight teachers interviewed also shared many examples of their colleagues and administrators showing support for their students, and, moreover, how much that meant to them as teachers of this vulnerable population. For example, one teacher mentioned that other teachers in the building had come to her to express interest in her students’ well-being. She said, “I’ve had conversations that have been started by mainstream teachers asking me, ‘How are your students doing? Are they worried? Are they scared? What can we do to help them?’” Another teacher shared, “I think they (the principal and other school leaders) are going out of their way to talk to the ELD (English Language Development) kids and just say ‘Hi.’ They are always in the cafeteria during lunch time and just asking ‘Hey, how are you doing?’ And having that friendly conversation in a very public place so people see it.” These teachers recognized the power in small gestures and felt supported personally when others were showing support to their students.

It wasn’t just verbally that members of the school community were showing support, they also were sending inclusive affirmations through visuals. Explained one teacher about her colleague, “Another teacher, she was making up signs like, ‘You’re always welcome here,’ and we made them in different languages.” Similarly, a teacher shared, “We have stickers that say Refugees Welcome, and many of our teachers have taken it upon themselves to put those up on their doors.” This teacher went on to share that explicit messages of support from the administrative level also had positive impacts. “We did get an email from the superintendent with the position of supporting our students and that students that are immigrants and newcomers are welcome in our community, and that has been really good to see that from the top of our school district we have people that have the same ideas that I do.” Another teacher said, “I

know a lot of teachers that see those (immigrant/refugee) students frequently have started wearing the safety pins as like a silent protest and a ‘we’re here for you.’” From safety pins to signs and verbal affirmations, in all cases, support for students from colleagues and the school community lightened the load for the teachers of the students in need. Teachers felt encouraged through the fact that they weren’t alone in with the heavy task of supporting their students in crisis.

Lack of support

The final category that emerged was with regards to a lack of support. Four teachers did not mention support coming from others, and one specifically indicated feeling unsupported. For these teachers, the effects of this perceived lack of support had negative impacts on both their students’ and their own emotional health. Explained one, “One of the reasons I have to reassure them (my students), is because our administration doesn’t really vocally support the district’s position on immigration, racism, bullying and those kind of things... There is no effort... So, I feel kind of disappointed.” Expanding on the concept that support for students should be a community-wide effort, not just the task of individual teachers, one participant shared, “I think that there is a general sense that everybody needs to be a stronger advocate. The feeling that I got a lot just in the couple weeks after the election was that we really need to just keep doing what we’re going to do, that we really need to just continue to love our students, and listen to our students, and make sure that they understand that we are a resource for them in the community.” Working together as a school community not only lightens the load for individuals but also can help develop esprit de corps, the feeling that all members are important and valued and that all involved are working toward the same goal. When this support is not offered explicitly to teachers and students, it can exacerbate the primary and secondary trauma that is already being felt.

Discussion

In this study we sought to investigate how teachers identified and experienced support immediately following an event that introduced political trauma into their classrooms through the signing of Executive Orders 13,767 and 13,769. Not surprisingly, we found ample examples of teachers supporting their own students. They instinctively understood that the current events would cause emotional stress and trauma for individuals—especially for those who had family members in other countries, as the Executive Orders made plans for families being reunited an impossibility. These teachers intentionally planned curriculum and classroom activities to support their students and to mitigate the trauma they were feeling (Darragh & Petrie, 2019). The teachers themselves felt emotionally drained after spending stressful days trying to ameliorate anxious students’ emotions; however, they knew it was what needed to be done, and they felt proud and satisfied that they could offer that support.

For those teachers who experienced other colleagues acknowledging and offering support to their students, their burden of emotion labor (Benesch, 2012; Petrie & Darragh, 2018;) was somewhat lifted. While the colleagues did not necessarily offer the teachers support, the fact that they were offering support to their students was powerful. Even small gestures (such as putting up a welcoming sign or asking how the students were doing) had profound effects on the teachers' own emotional well-being. They did not feel so alone in the burden of managing their students' trauma; the weight was lifted in knowing that others cared about their students too. Relatedly, the teachers who did not feel support from colleagues and administration felt overwhelmed and exhausted. Not only did their comments illustrate the burden they felt at having to solely support students in such great need, but the emotion, exhaustion, and despair was revealed in their voices, and some broke into tears when expressing how alone they felt.

Finally, the interviews yielded no examples of colleagues directly supporting teachers; nor did they include any cases of teachers supporting themselves. The teachers' focus and attention was clearly on the needs of students in their classrooms, and their own perceived support was intertwined with that of their students'. In fact, the teachers felt they had to be strong for their students and brushed off any questions we asked regarding how they were doing. This glaring absence of teacher-to-teacher and teacher self-care support is, we posit, the most significant finding of our study.

Implications for Teacher Preparation

As teacher educators we need to prepare our students to support all learners in their classroom including those who have experienced or who are experiencing trauma. Trauma is not a new concept, of course. In the late 19th Century, Pierre Janet identified and named the idea from his work with patients in Parisian hospitals (Janet, 1889). However, we have increasingly recognized its prevalence and impact—including its impact on learning—even while factors that can bring about human distress have increased around the globe such as rising displacement (UNHCR, 2019) and increased domestic violence during the COVID-19 pandemic (WHO, 2020). It is reasonable to conclude that the experiences and successes of future teachers will be greatly shaped by responding to traumatized students. We see many implications for our own English language learner teacher preparation programs, implications which are commensurate with the very competencies we are already tasked with addressing in our programs. We believe these form potential recommendations for others as well.

Creating supportive teachers

As mentioned before, the ACES study (Center for Disease Control and Prevention) and the prolific work that has followed it has uncovered the approaches that teachers can take in their classrooms to mitigate rather than amplify the residual effects of acute trauma. Recent work has also highlighted productive specific responses for instructors in the face of political trauma (Darragh & Petrie, 2019; Petrie & Darragh, 2018; Sondel et al., 2018).

Given that these pedagogies exist, they should certainly be put into the hands of teachers who will soon need to use them, leading to the following recommendations.

Highlight the concept of trauma in a unit early in the teacher preparation program that directly connects with the content. For language teacher courses, this can naturally fall within the teaching of individual differences, as students recognize how language learners in their class may vary from each other. In our experience, students learning about the severe impact of trauma have immediate heightened interest in learning about what they can do in their own future classrooms.

Include socio-political elements as a source of trauma. Within our focus of teaching, this naturally connects with several elements within language education programs such as: exploring cultural diversity, connecting home and school for refugee and immigrant communities, and recognizing the negative impacts of social distance (Schumann, 1976) that can arise when the receiving community is experienced as not very welcoming. As with trauma-sensitive teaching, we can now draw as well upon such tools as pedagogies of political trauma (Darragh & Petrie, 2019; Sondel et al., 2018).

Use spiraling learning in which these ideas are returned to repeatedly throughout the program. This will avoid a “one and done” approach that would minimize the significance of trauma. For example, in language education programs, second language acquisition courses introducing Krashen’s (1986) idea of the affective filter (which explains how stress can limit language learning) can return to how the language learning classroom can best support those experiencing the impacts of trauma on their learning. In courses in which students create lesson plans and/or assessments, feedback can be given about how certain choices may add to rather than decrease the impacts of trauma as well as trauma-sensitive teaching strategies.

Such amendments to the curriculum are no longer optional add-ons, we believe, but required to meet the spirit of our tasks to truly prepare future teachers. For example, the Washington State competencies include a standard focused on culture and equity, which requires that teacher candidates are able to discern the different biases learners may encounter and the varying experiences they may bring to the classroom (PESB, 2015).

Creating supportive colleagues

When we encounter similar others (Petrie & Darragh, 2018; Tracy, 2005) who share our concerns, our own burdens are lightened. For teachers, this can stave off burn-out, a constant threat to those who are the most caring and attentive to student needs. Burn-out, of course, threatens the success of schools and programs when high turnover interrupts institutional memory and community stability. Curriculum can be adapted in the following ways to encourage the development of supportive colleagues.

Foster advocacy skills. If all staff and teachers within a school recognize the presence and impact of trauma, are able to use trauma-sensitive strategies, and are committed to the success of all students, then entire school buildings would show support for the students experiencing trauma. This show of support in itself reduces the secondary distress of teachers. To create trauma-sensitive schools so that all

teachers are staff are aware of the trauma students might experience will likely take advocacy skills (Lander, 2018). Including case studies whereby pre-service teachers to have to imagine different routes they could take with advocacy, and what the effects of each might be is one activity that can easily be incorporated into any class designed to prepare teachers. Developing pre-service teachers' skills with regards to creating persuasive and engaging workshops centered on bringing colleagues on board with advocating for their students may also be an important tool that could potentially be made into a culminating assignment or final capstone course. In addition, instructors can include role-plays in methods courses in which pre-service teachers explore both the alienation and care of colleagues in challenging situations with students, as an exercise to reinforce the impact teacher colleagues can have on each other.

Include the experience of support-focused groups in the curriculum. Most educators include partner or group projects in their classes to carry out a shared task. When this pattern repeats in schools, teachers gather merely to *do*—to complete work-together rather than to *be*—to support each other through their struggles, thus denying themselves an opportunity to give and receive collegial support. Pre-service teachers need to recognize the importance of not only forming learning communities or task committees but also forming supportive groups in their buildings (Lander, 2018). In cohort programs, instructors might consider assigning small support groups who are responsible for checking in about each other's well-being throughout the program, demonstrating value for these groups by checking in with them and using discussion prompts that highlight the dimensions of collegial support.

Here, too, the competencies that guide our universities' language teacher education make such changes an imperative. For example, the Idaho standards include one focused on partnerships, which requires that students develop the ability to partner with colleagues, among others, to bring about an optimal learning environment for English language learners. (Idaho State Board of Education, 2019). Likewise, the Washington state competencies require that candidates develop professional leadership and advocacy skills (PESB, 2015). Thus, again, we argue that to exclude the realities of trauma, compassion fatigue, and the beneficial effects of similar others in our teacher education programs would be professionally unethical.

Creating teachers who self-care

Unfortunately, the fact that the teachers in our study reported no use of self-care strategies is most likely true for many in the field. In such an other-focused profession, self-care is rarely rewarded if even acknowledged. This makes it unlikely that novice teachers would naturally learn appropriate self-care behaviors from the more experienced teachers they work with on a daily basis, pointing out the importance of including this in the pre-service teacher curriculum. The suggestions below provide a pathway to do so.

Introduce self-care immediately in the program. Grise-Owens et al. (2018), drawing upon their research preparing students for social work, suggest that new student orientations could include information about self-care. Alternatively, teacher education programs could include it in practicum courses in which focus naturally

turns to developing teaching personas, developing persistence, and carrying out self-reflection. However, in most programs, practical courses occur at the end of the program. To provide self-care information earlier in the program experience, program coordinators might wish to include it as part of the advising process before students even begin coursework. Just as we often lay out potential pathways for success in our programs such as behaviors, routines, and time management strategies, that former students found effective, self-care could be introduced as an element needed for success.

Require that students create and provide updates on their use of a self-care plan. Drawing upon the work of Grise-Owens et al. (2018) in social work, the value of self-care can be emphasized by its placement in continued curricular discussions with faculty. Many teacher education programs include a course about joining the profession or about general teaching concerns. In these courses, pre-service teachers often produce authentic professional artifacts such as teaching philosophies and professional development plans. A self-care plan would be a logical and powerful addition. More than simply a course assignment, the use of the plan should then be a regular part of faculty-student conversations.

Share tools for self-care. At the very least, we should provide resources that pre-service teachers can then use in their professional lives and share with colleagues (Grise-Owens et al., 2018). For examples, the Learning for Justice provides a fantastic resource in their *Toolkit for “I thought about quitting today”* (<https://www.learningforjustice.org/magazine/fall-2015/toolkit-for-i-thought-about-quitting-today>), which can be used by individuals or groups to consider their professional quality of life and to make self-care a regular part of it. If the earlier suggestion to create supportive groups within a cohort is enacted, this toolkit or a similar resource could be used by the groups as they begin their practicum experiences in classrooms, bridging theory with praxis.

Although self-care for teachers is clearly important, it does not appear in the standards that guide us in preparing future teachers at our universities. In this case, state competencies do not logically invite inclusion of the ideas resulting from our study. However, our professional ethics dictate that we go beyond standards and prepare teachers for the world they will encounter so that they have successful careers. Including self-care as part of the curriculum takes on urgency as we consider the real threat of burn-out due to compassion fatigue on the teachers who are the most empathetic and dedicated, the very teachers we hope will remain in the teaching profession.

Conclusion

Today’s teachers are tasked with the weighty and important work of helping all students learn and grow. In the span of a day they must make, some estimate, over 1,500 decisions (Goldberg & Houser, 2017). They must support students in their academic, social, and emotional growth, which is hard—and sometimes, overwhelming—work. It is imperative that teacher preparation programs equip their teacher candidates with the tools and strategies they need to succeed. Just as we would

not send a teacher into a classroom without understanding of pedagogy, content, planning, and assessment, we should not send teachers into the field unprepared to support their students who have experienced trauma, nor how to support their colleagues and themselves. As the realities of trauma reshape the worlds in which teachers work, educators now often find themselves as first responders of a different sort. Our study suggests that without foundational preparation for responding to trauma, teachers may happen upon strategies that are supportive of students. They may also be fortunate enough to have colleagues and administrators who partner with them to support these students. However, without the type of intervention teacher education can provide, they are unlikely to experience the type of collegial-support and self-care that can prevent burn-out from compassion fatigue. Framed in this way, including trauma-sensitive elements in teacher preparation no longer appears as an optional add-on if time allows but rather as a rational response to the endangerment of the profession.

References

- Ahumada, R. (2020, December 2). 11-year-old northern California boy shot himself during online class, authorities say. *The Sacramento Bee*. <https://www.sacbee.com/news/local/crime/article247567665.html>
- American Psychological Association. (2021). *Trauma*. <https://www.apa.org/topics/trauma#:~:text=Trauma%20is%20an%20emotional%20response,symptoms%20like%20headaches%20or%20nausea>.
- Benesch, S. (2012). *Considering emotions in critical English language teaching: Theories and practice*. Routledge.
- Blodgett, C., & Lanigan, J. D. (2018). The association between adverse childhood experience (ACE) and school success in elementary school children. *School Psychology Quarterly*, 33(1), 137-146. DOI: 10.1037/spq0000256
- Bush, M. (2021, April 18). Young student rescues grandma with help from teachers on Zoom. KSDK News. <https://www.ksdk.com/article/news/local/making-a-difference/parkwood-elementary-rescues-grandma-help-teachers-zoom-st-louis-boy/63-399ae9f5-5bcb-4623-bfa2-a6a1bb1147a9>
- Centers for Disease Control and Prevention. (2021). Adverse Childhood Experiences. <https://www.cdc.gov/violenceprevention/aces/index.html>
- Chafouleas, S. M., Koriakin, T. A., Roundfield, K. D., & Overstreet, S. (2019). Addressing childhood trauma in school settings: A framework for evidence-based practice. *School Mental Health: A Multidisciplinary Research and Practice Journal*, 11(1), 40-53. <https://doi.org/10.1007/s12310-018-9256-5>
- Child Welfare Information Gateway. (2017). Supporting brain development in traumatized children and youth. Washington, DC: U.S. Department of Health and Human Services, Children's Bureau.
- Darragh, J. J., & Petrie, G. M. (2019). "I feel like I'm teaching in a landmine: Teaching in the context of political trauma. *Teaching and Teacher Education*, 80, 180-189.
- Flick, (2014). *An introduction to qualitative research*. Sage.

- Gesualdi-Gilmore, L. (2020, October 10). Teacher's horror as man, 18, sexually assaults cousin, 7, in front of girl's classmates online. *The Sun*. <https://www.thesun.co.uk/news/12960173/man-sexually-abuses-cousin-first-grade-remote-class/>
- Goldberg, G., & Houser, R. (2017). Battling decision fatigue. *Edutopia*. <https://www.edutopia.org/blog/battling-decision-fatigue-gravity-goldberg-renee-houser>
- Goodwin, A. L. (2002). Teacher preparation and the education of immigrant children. *Education and Urban Society*, 34(2), 156-172. <https://doi.org/10.1177/0013124502034002003>
- Grise-Owens, E., Miller, J., Escobar-Ratliff, L., & George, N. (2018). Teaching note—Teaching self-care and wellness as a professional practice skill: A curricular case example. *Journal of Social Work Education*, 54(1), 180-186. <https://doi.org/10.1080/10437797.2017.1308778>
- Idaho State Board of Education. (2019). *Idaho standards for initial certification of professional school personnel*. <https://www.sde.idaho.gov/cert-psc/psc/standards/files/standards-initial/Standards-for-Initial-Certification-for-Program-Reviews-after-July-1-2022.pdf>
- Janet, P. (1889). *L'automatisme psychologique: Essai de psychologie expérimentale*. Ancienne Librairie Germer Baillière.
- Krashen, S. D. (1986). *Principles and practice in second language acquisition*. Pergamon Press. http://www.sdkrashen.com/content/books/principles_and_practice.pdf
- Lander, J. (2018, September 26). *Helping teachers navigate the weight of trauma*. Usable Knowledge from Harvard Graduate School of Education. <https://www.gse.harvard.edu/news/uk/18/09/helping-teachers-manage-weight-trauma>
- Peiser, J. (2020, August 13). A Florida girl witnessed her mother's fatal shooting while in a Zoom class, police said. *The Washington Post*. <https://www.washingtonpost.com/nation/2020/08/13/girl-witness-mother-murder-zoom/>
- PESB (Professional Educators Standards Board). (2015). *Competencies and Requirements: English Language Learner*. <https://www.pesb.wa.gov/preparation-programs/standards/endorsement-competencies/ell/>
- Petrie, G. M., & Darragh, J. J. (feature article December 2018). This worry machine: The impact of executive orders on teachers of English language learners. *TESOL Journal*, 9(3), 412-430.
- Rahman, K. (2020, October 19). Teacher calls 911 after students cry out for help when intruder breaks in during remote class. *Newsweek*. <https://www.newsweek.com/teacher-calls-911-students-cry-help-intruder-remote-learning-1540287>
- Salvatore, T., & Crain de Galarce, P. (2017). Trauma and learning in America's classrooms. *The Phi Delta Kappan*, 98(6), 35-41.
- Schumann, J. H. (1976). Social distance as a factor in second language acquisition. *Language Learning*, 26(1), 135-143.

- Sondel, B., Baggett, H. C., & Dunn, A. H. (2018). "For millions of people, this is real trauma": A pedagogy of political trauma in the wake of the 2016 US Presidential election. *Teaching and Teacher Education*, 70, 175-185.
- Strom, A. (n. d.). *Stress and coping strategies for immigrant-origin students and educators who serve them*. <https://reimaginingmigration.org/stress-and-coping-strategies-for-immigrant-origin-students-and-educators-who-serve-them/>
- Tracy, S. J. (2005). Locking up emotion: Moving beyond dissonance for understanding emotion labor discomfort. *Communication Monographs*, 72, 261-283.
- UNHCR (United Nations High Commission on Refugees). (2019). *Global trends: Forced displacement in 2018*. <https://www.unhcr.org/5d08d7ee7.pdf>
- Voss, P., Thomas, M., Cisneros-Franco, J., & de Villers-Sidani, E. (2017). Dynamic brains and the changing rules of neuroplasticity: Implications for learning and recovery. *Frontiers in Psychology*, <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2017.01657>
- WHO (World Health Organization). (2020, March 26). *COVID-19 and violence against women: What the health sector/system can do*. <https://www.who.int/reproductivehealth/publications/emergencies/COVID-19-VAW-full-text.pdf>
- Woodbridge, M. W., Sumi, W. C., Thornton, S. P., Fabrikant, N., Rouspil, K. M., Langley, A. K., & Kataoka, S. H. (2016). Screening for trauma in early adolescence: Findings from a diverse school district. *School Mental Health*, 8(1), 89-105. <https://ida.lib.uidaho.edu:3454/10.1007/s12310-015-9169-5>

Appendix

Interview questions

1. Where do you teach? (Name of school, city, state)
2. What is your degree?
3. How long have you been teaching?
4. What is your teaching assignment this year?
5. How long have you been teaching English language learners?
6. How many ELLs do you have in your class(es) this year?
7. From which original countries do your students or their families come?
8. Which languages do they speak?
9. If you happen to be aware of your ELL students' pathways to your community, are there any refugees among your students?
10. Have your experiences teaching ELLs differed this year, from previous years? If so, how?
11. What are your biggest concerns for your ELLs?
12. Have you seen evidence of an impact from any recent events in your school community?
13. Has your school community carried out any deliberate responses to recent events?
14. Has President Trump's executive order on immigration impacted your teaching in any way? If so, how?
15. Has President Trump's executive order on immigration impacted your students in any way? If so, how?
16. How do you feel about being a teacher of English language learners in 2017?
17. What is your vision of your role as a teacher of ELLs? Has this vision changed recently? If so, how?
18. What else would you like to tell me that I haven't asked about?

TIC y diversidad funcional. Conocimiento del profesorado de las Islas Canarias

Pedro José CARRILLO-LÓPEZ
Ana Adela HERNÁNDEZ-GUTIÉRREZ

Datos de contacto:

Pedro José Carrillo-López
Consejería de Educación,
Juventud y Deportes de Canarias
pj.carrillolopez@um.es

Ana Adela Hernández-Gutiérrez
Consejería de Educación,
Juventud y Deportes de
Canarias
ana.adela16@gmail.com

Recibido: 13 /06/2021
Aceptado: 28/02/2022

RESUMEN

Antecedentes: la migración de la modalidad presencial a la no presencial en la educación debido a la pandemia provocada por la Covid-19 ha propiciado la transformación de los escenarios para el aprendizaje. Objetivo: analizar el nivel de competencia digital de los docentes de las Islas Canarias respecto a la aplicación de las TIC para atender a la diversidad según la etapa educativa, la titularidad y la modalidad del centro educativo. Método: se diseñó un estudio descriptivo transversal compuesto con una muestra de 678 docentes. El cuestionario utilizado se denomina Diagnóstico y formación del profesorado para la incorporación de las TIC en alumnado con diversidad funcional. Resultados y conclusiones: I) los maestros de primaria e Infantil II) aquellos que trabajan en un centro privado y, III) aquellos que trabajan en un Aula Enclave obtienen mayor puntuación en TIC para atender a la diversidad. Estos resultados son de interés para el contexto educativo ya que sirven para identificar el nivel actual y diseñar propuestas de mejora para favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje y alcanzar una educación de calidad para todo el alumnado, independientemente de la etapa educativa, la titularidad y la modalidad del centro educativo. Los itinerarios formativos personalizados o los SMOOC (del inglés Social Massive Open Online Course) pueden ser de gran ayuda para la formación del docente y, por ende, mayor aprovechamiento académico del discente.

PALABRAS CLAVE: TIC; diversidad funcional; calidad educativa; formación.

ICT and functional diversity. Knowledge of teachers in the Canary Islands

ABSTRACT

Background: the migration from face-to-face to distance learning in education due to the pandemic caused by Covid-19 has led to the transformation of learning scenarios. Objective: to analyse the level of digital competence of teachers in the Canary Islands with regard to the application of ICT to cater for diversity according to the educational stage, ownership and type of educational centre. Method: a descriptive cross-sectional study was designed with a sample of 678 teachers. The questionnaire used is called Diagnosis and teacher training for the incorporation of ICT in pupils with functional diversity. Results and conclusions: I) primary and infant school teachers II) those who work in a private centre and, III) those who work in an Enclave Classroom obtain higher scores in ICT for attending to diversity. These results are of interest for the educational context as they serve to identify the current level and design improvement proposals to favour the teaching-learning process and achieve quality education for all pupils, regardless of the educational stage, ownership and type of educational centre. Personalised training pathways or SMOOCs (Social Massive Open Online Courses) can be of great help for teacher training and, therefore, higher academic achievement of the student.

KEYWORDS: ICT; functional diversity; educational quality; training.

Introducción

En el marco de una sociedad eminentemente tecnificada, resulta inexorable que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (en adelante, TIC) no se integren en el sistema educativo que, al fin y al cabo, forman parte activa de ese entramado social (Kumar & Kumar, 2018; Pozo et al., 2019).

En el informe de la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO, 2020), se observa que la desigualdad en el acceso, uso o impacto de las TIC entre grupos sociales es considerada como una de las barreras que impiden el desarrollo del conocimiento, indicando como prioritaria su reducción por parte de los distintos agentes educativos para alcanzar los principios de inclusión, calidad, accesibilidad y equidad educativa. En este sentido, las TIC se han adentrado en los centros educativos entrañando un verdadero reto, especialmente para el profesorado, que se ha visto en la necesidad inexcusable de incorporar las herramientas digitales en su praxis remodelando gran parte de la misma a causa de la COVID-19 (Reyes, 2021). Si a esto se le añade el hándicap del vertiginoso ritmo al que las tecnologías se abren paso en la sociedad actual, resulta ineludible incidir en la formación permanente del colectivo docente, la cual supone una condición *sine qua non* para alcanzar una competencia digital que permita al profesorado ofrecer una

enseñanza de calidad que responda a las necesidades actuales de un alumnado cada vez más digital (Moreno et al., 2018). Ante este panorama, la competencia digital se convierte en la competencia profesional por excelencia del profesorado, erigiéndose como eje vertebrador del sistema educativo que dota de efectividad y calidad al proceso de enseñanza y aprendizaje (Instefjord & Munthe, 2017).

A tenor de lo expuesto, una óptima formación en TIC garantiza la competencia digital de este colectivo, lo cual se traduce en una mejora en el aprendizaje de los educandos (Álvarez, 2020). Sin embargo, estudios recientes han corroborado que el profesorado no cuenta con el suficiente nivel competencial para lograr una plena inclusión de las TIC (Afanador 2017; Falcó, 2017; Fernández et al., 2018), detectándose déficits en aspectos actitudinales y formativos en el ámbito tecnológico (Padilla, 2018), pudiendo hallarse la causa de esa baja capacitación digital en factores económicos e incluso de índole actitudinal y espacio-temporal (Fernández-Batanero et al., 2018).

Siguiendo el anterior hilo argumental que alude a la calidad y eficacia que aportan las TIC en el proceso de enseñanza y de aprendizaje del alumnado, estas se presentan como una poderosa herramienta que da acceso a la comunicación a través de diferentes canales: auditivo, visual y táctil (Galiano-Berrocal et al., 2015). Atendiendo a este aspecto, la competencia digital de los docentes cobra aún mayor relevancia ya que permite dar respuesta a la diversidad de necesidades de aprendizaje del alumnado (Alper & Goggin, 2017).

En concreto, en el alumnado que presenta diversidad funcional de distinto tipo (cognitivo, sensorial o motórico), puesto que si el profesorado hace un uso efectivo de los recursos digitales que tiene a su disponibilidad para responder a las necesidades específicas de aprendizaje, contribuiría en gran medida a superar las limitaciones derivadas de las mismas (Homero et al., 2017), proporcionando a este alumnado, además, oportunidades para construir entornos significativos de aprendizaje (González-Fernández, 2021). No obstante, todo ello dependerá, fundamentalmente, de los niveles de conocimientos, habilidades y destrezas que posea el profesorado para implementar las TIC en las aulas (Muñoz & Cubo, 2019) en pro de la diversidad que alberga en ellas, así como de los principios de inclusión, calidad, accesibilidad y equidad educativa sobre los que se fundamenta la actual ley educativa LOMLOE.

En esta misma línea, Fernández-Batanero (2018) indica la necesidad de que los docentes estén capacitados tanto desde una perspectiva tecnológica como pedagógica, siendo competentes en el conocimiento y dominio de las TIC, pero a su vez siendo capaces de introducirlas en el contexto educativo y diverso de su aula.

En base a lo anterior, cabe destacar el amplio abanico de recursos digitales que de forma progresiva salen al mercado para satisfacer las necesidades para el aprendizaje del alumnado, por lo que es preciso que desde los Centros de Formación del Profesorado (CEP) se contribuya con mayor empeño a promocionar e incentivar la formación de los docentes en este sentido (Fernández-Batanero et al., 2017).

Es prescriptivo señalar que, si se considera la etapa educativa (Infantil, Primaria o Secundaria) o la titularidad del centro educativo (Público, Privado o concertado) se verifica en varios estudios que el nivel de competencia digital de los docentes varía en función de su pertenencia a un tipo de centro o la etapa educativa (Llamas-Salguero &

Gómez, 2018; Pozo-Sánchez et al., 2020). Fuentes et al. (2019), indican que estas diferencias significativas halladas, puede deberse a la formación recibida medida ésta en función del número de cursos realizados, así como a la temática de los mismos, pues no todos se enfocan en el ámbito de la tecnología. No obstante, cabe señalar que las investigaciones llevadas a cabo al respecto, si bien aportan resultados concluyentes a la comunidad científica acerca del conocimiento en TIC de este colectivo, escasean aquellas en las que la capacitación digital del profesorado se dirige hacia el alumnado con diversidad funcional (Arouri et al., 2020).

Del mismo modo, la modalidad de escolarización del centro educativo referida a si el docente desempeña su labor en un Centro Ordinario con o sin Aula Enclave (entendiendo este aula como un espacio ubicado en el centro educativo ordinario en el que se da respuesta educativa exclusivamente al alumnado con necesidades educativas especiales, cuyas adaptaciones curriculares se apartan de forma significativa del currículo en la mayor parte de las áreas o materias, y que pretenden dar respuesta educativa e intervención con el alumnado escolarizado en esa aula y propiciar la integración del mismo en el contexto escolar), Centro de Educación Especial (en adelante, CEE), o Centro Ordinario de Atención Educativa Preferente (en adelante, COAEP) de Auditivo o Motórico, puede interferir en el nivel de formación y conocimiento digital del profesorado (Cejudo et al., 2016). Atendiendo a las diferencias que puedan suscitar la titularidad del centro educativo en la formación digital de los docentes, Fernández-Batanero (2018) señala algunas posibles causas de las mismas, como pueden ser la calidad en la formación, la distancia geográfica, la falta de tiempo, incluso factores económicos y actitudinales.

En base a estos precedentes, queda patente la necesidad de seguir investigando en el conocimiento TIC del profesorado para atender a la diversidad funcional ya que existe escasa literatura científica (Fernández-Batanero et al., 2020); e inexistente en el contexto de la Comunidad Autónoma Canaria. Por ello, el objetivo de este estudio es analizar el nivel de competencia digital de los docentes de las Islas Canarias respecto a la aplicación de las TIC para escolares que presentan diversidad funcional según la etapa educativa, la titularidad del centro educativo y la modalidad del mismo.

En concreto, para alcanzar este objetivo en todas sus dimensiones, se ha concretado en los siguientes objetivos específicos que ayudarán a tal fin:

I) Estudiar el nivel de formación y conocimiento tecnológico de los docentes para dar una respuesta educativa a escolares que presentan diversidad funcional según la etapa educativa: Educación Infantil, Educación Primaria o Educación Secundaria Obligatoria.

II) Examinar el nivel de formación y conocimiento tecnológico de los docentes para dar una respuesta educativa a escolares que presentan diversidad funcional según la titularidad del centro educativo: Público, Privado o Concertado.

III) Comparar el nivel de formación y conocimiento tecnológico de los docentes para dar una respuesta educativa a escolares que presentan diversidad funcional según la modalidad del centro: Ordinario, Motórico, Auditivo, Aula Enclave o Centro de Educación Especial.

Método

Participantes y diseño

Esta investigación se enmarca dentro del paradigma positivista, pues la metodología utilizada para este estudio tiene una naturaleza cuantitativa. Según Hernández-Sampieri et al. (2018), el enfoque cuantitativo se centra en responder a las cuestiones de la investigación y contrastar las hipótesis planteadas desde el inicio recabando y analizando los datos a través del conteo, la medición numérica y la estadística, estableciendo de forma exacta los patrones que se dan en la población. Asimismo, para dar respuesta al objetivo planteado se ha utilizado un diseño no experimental, empírico, descriptivo y transversal *ex post facto*. El muestreo fue de tipo no probabilístico causal, elegidos de manera no aleatoria y por conveniencia.

Tras la estimación de manera conjunta de los estadísticos pertinentes (unidades de variables = 6 y tamaño del efecto = 0.15 (f^2)) para el cálculo del tamaño muestral, se obtuvo que la muestra mínima debía de ser de un total de 291 sujetos para garantizar que los resultados del estudio sean robustos (Quispe et al., 2020), algo que se cumple ya que se cuenta con una muestra total de 678 docentes.

En este sentido, la población objeto de estudio se compone de un total de 678 docentes de Educación Infantil, Primaria y Secundaria (176 varones y 502 mujeres; véase Figura 1) de la provincia de las Palmas (Gran Canaria, Fuerteventura y Lanzarote) y la provincia de Santa Cruz de Tenerife (Tenerife, La Palma, La Gomera y El Hierro), de edades comprendidas entre 23-62 años ($M \pm DE$: 37,60 \pm 12,62 años). Asimismo, esta muestra pertenece a centros de titularidad Pública, Privada y Concertada (véase Figura 2) y de Centro ordinario, Centro Ordinario de Atención Preferente de Motórico, Centro Ordinario de Atención Preferente de Auditivo, Aula Enclave y Centro de Educación Especial (véase Figura 3).

Figura 1

Etapa educativa según la provincia donde trabajan los docentes

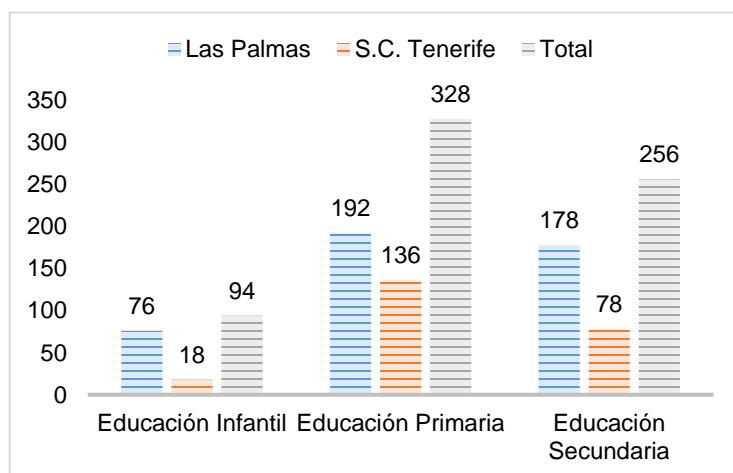


Figura 2

Titularidad del centro educativo según la provincia donde trabajan los docentes

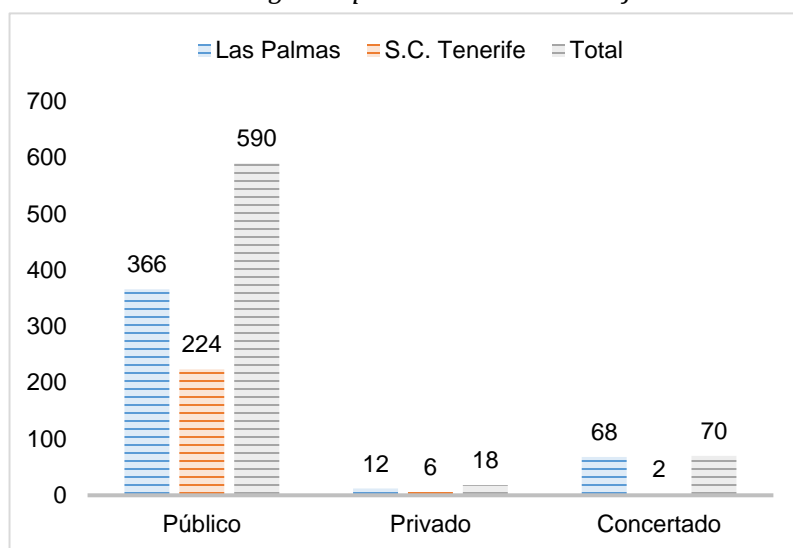
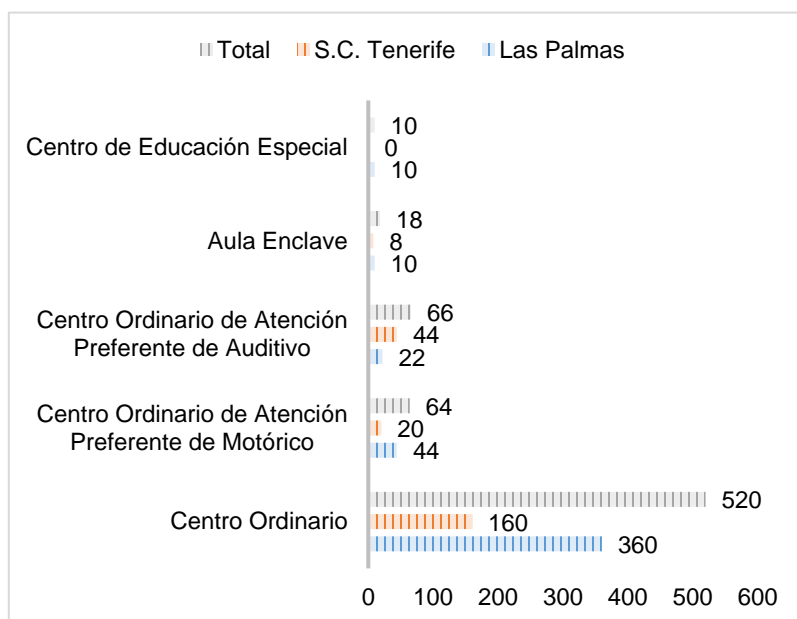


Figura 3

Modalidad del centro educativo según la provincia donde trabajan los docentes



Procedimiento e instrumentos

Este estudio fue realizado durante el curso académico 2020/2021. Se informó en diciembre de 2020, en un correo a todos los responsables de los centros de las dos provincias de la Comunidad Autónoma de Canarias (Las Palmas y Santa Cruz de Tenerife) de la finalidad y protocolo de la investigación. El equipo de trabajo estuvo formado por un investigador principal y dos exploradores colaboradores (docentes especialistas en Educación Primaria con la especialidad de atención a la diversidad). Previa a su cumplimentación, en la bienvenida a este cuestionario, se realizó una presentación del estudio para que los participantes comprendiesen el cuestionario de la prueba. Asimismo, cabe señalar que se difundió por otras aplicaciones de mensajería que permitían intercambiar mensajes privados entre dos o más personas, en tiempo real, en modo texto o mediante llamadas de voz o videoconferencia tales como WhatsApp, Twitter, Instagram, Messenger de Facebook, entre otros.

En todo momento se siguió en esta investigación las normas deontológicas internacionales emitidas por la revisión de 2013 de la Declaración de Helsinki. En base a esto, se ha garantizado la privacidad de los sujetos participantes en el estudio refiriéndose ésta a sus datos y derechos, por lo que se les ha garantizado su anonimato en el desarrollo de esta fase.

Para este estudio se ha optado por la técnica de la encuesta utilizando un cuestionario como instrumento para la recogida de la información ya que, no supone un elevado coste económico, se realizan las mismas cuestiones a toda la muestra seleccionada y las respuestas se obtienen por escrito. En este sentido, el motivo de utilizar dicho instrumento para la recogida de datos se debe fundamentalmente a que facilita los mismos por la amplitud de la muestra seleccionada y reduce el tiempo y los costes para recabarlos, pues se administrará a los sujetos a través de Internet. Concretamente se ha utilizado la herramienta google formularios: <https://forms.gle/1ciuitg4fsZ77zDu5>

El cuestionario utilizado forma parte del Plan Estatal de Fomento de la Investigación Científica y Técnica de Excelencia y se denomina "DIFOTICyD" (*Diagnóstico y formación del profesorado para la incorporación de las TIC en alumnado con diversidad funcional*) (Fernández-Batanero, et al., 2017). El cuestionario consta de 53 ítems que, agrupados en seis dimensiones (véase Tabla 1), permiten conocer el nivel formativo del profesorado atendiendo a la diversidad de su alumnado: *general* (ej., Conozco las dificultades que generan los diferentes tipos de discapacidad para el uso de las TIC), *visual* (ej., Soy capaz de explicar las posibilidades que ofrece una máquina de escribir en sistema braille), *auditivo* (ej., Soy capaz de identificar diferentes recursos informáticos para la potenciación de la voz y del habla), *motórico* (ej., Conozco programas informáticos que controlan el ordenador con la voz), *cognitivo* (ej., Puedo localizar sitios web que contienen recursos educativos para personas con discapacidad cognitiva) y *accesibilidad* (ej., conozco diferentes instituciones que están relacionadas con el estudio y la investigación de la accesibilidad de los sitios web).

La escala es tipo *Likert* con respuestas que oscilan entre cero y diez puntos. Este cuestionario ha sido validado por un grupo de expertos con un nivel de fiabilidad Alfa de Cronbach superior a .95 en todas las dimensiones que se pretenden medir

(Fernández-Batanero, et al., 2017). Asimismo, los análisis psicométricos efectuados en el presente estudio corroboran los valores *per se* del estudio con un adecuado grado de confiabilidad sobre su contenido, escalas y factores, ya que según indica los intervalos comprendidos entre 0.8 y 1 se consideran un valor muy alto que dota al instrumento un buen nivel de fiabilidad (Cumming & Calin-Jageman, 2016). En concreto, se utilizó el análisis factorial exploratorio bajo el método de máxima verosimilitud con rotación Oblimin ya que permite establecer relaciones jerárquicas entre los factores. La prueba KMO (Kaiser-Meyer-Olkin) fue de 0,956 y la prueba de Bartlett fue significativa ($\chi^2 = 2384,124, p < 0,05$). Se eliminaron todos aquellos ítems que obtuvieron correlaciones inferiores a 0,3 o que saturaron en otros factores, encontrando un instrumento final de 47 ítems clasificados en las seis dimensiones del instrumento. La versión final explicó el 79,306% de la varianza real del mismo. Por otra parte, el análisis factorial confirmatorio (AFC) mostró que los datos del estudio *per se* se ajustaban correctamente al modelo teórico propuesto en su versión inicial.

Tabla 1

Especificaciones de las variables utilizadas en la investigación

Variables criterio o dependiente	Variables explicativas o independientes
1. General	1. Educación Infantil, Primaria y Secundaria
2. Visual	2. Centros de titularidad Pública, Privada y Concertada
3. Auditiva	
4. Motórica	3. Centro ordinario, Centro Ordinario de Atención Preferente de Motórico, Centro Ordinario de
5. Cognitiva	Atención Preferente de Auditivo, Aula Enclave y
6. Accesibilidad	Centro de Educación Especial
7. Conocimiento Global TIC	

Fuente: elaboración propia.

Análisis de datos

Se llevó a cabo un estudio sobre el tipo de distribución que seguían los datos (homogeneidad de las varianzas; homocedasticidad) mediante los estadísticos de Kolmogorov Smirnov ($p = .286$) y Levene ($p = .463$), respectivamente. Dado que los datos seguían una distribución normal se ha optado por un análisis paramétrico. Se realizó un análisis de la varianza simple (*one-way ANOVA*) para analizar los valores de cada sub-escala y la escala global del cuestionario en función de si existen diferencias estadísticamente significativas entre las medias de tres o más grupos (rango de edad de la muestra). Se aplicó la corrección de Bonferroni para reducir el riesgo de un error de Tipo 1 en pruebas múltiples; el valor p fue de $p < .05$ (Cumming & Calin-Jageman, 2016). Las medias (M) y la desviación estándar (DE) se informan para todas las variables cuantitativas. La significancia estadística se fijó a un valor $p < .05$. El análisis estadístico de los datos fue realizado con el programa *Statistical Package for Social Science*® software, (v.25.0 de SPSS Inc., Chicago, Illinois, EE.UU). La creación de los

gráficos fue realizado con una hoja de cálculo del programa Microsoft Excel (versión 2013).

Resultados

En la Tabla 2 se refleja la puntuación obtenida en las distintas dimensiones del estudio en función de la etapa educativa donde trabajan los docentes (*Educación Infantil v. Educación Primaria v. Educación Secundaria*). La prueba *one-way ANOVA* ha arrojado diferencias significativas en todas las dimensiones del cuestionario ($p < .05$, para todas). Por su parte, la prueba *post hoc* ha arrojado diferencias significativas entre Educación Infantil y Educación Secundaria en las dimensiones Auditiva, Motórica, Cognitiva, Accesibilidad y conocimiento Global TIC ($p < .05$, para todas). Asimismo, ha arrojado diferencias significativas entre Educación Primaria y Educación Secundaria en todas las dimensiones ($p < .05$, para todas).

Tabla 2

Nivel de formación y conocimiento tecnológico de los docentes según la etapa educativa donde trabajan

	Infantil M ± DE (n = 94)	Primaria M ± DE (n = 328)	Secundaria M ± DE (n = 256)	F	p	Post hoc ¹		
						1-2	1-3	2-3
General (1-10)	4.81 ± 1.53	5.05 ± 2.07	4.37 ± 1.96	8.644	.001**	NS	NS	>
Visual (1-10)	2.70 ± 1.64	3.16 ± 2.01	2.64 ± 1.79	6.092	.002*	NS	NS	>
Auditiva (1-10)	3.74 ± 2.17	3.80 ± 2.18	2.64 ± 1.88	24.248	.001**	NS	>	>
Motórica (1-10)	3.62 ± 2.05	3.70 ± 2.29	2.68 ± 2.01	11.459	.001**	NS	>	>
Cognitiva (1-10)	3.44 ± 2.05	3.64 ± 2.04	3.26 ± 1.98	15.991	.001**	NS	>	>
Accesibilidad (1-10)	3.08 ± 1.86	2.98 ± 1.93	2.42 ± 1.66	8.341	.001**	NS	>	>
Conocimiento Global TIC (6-60)	21.41 ± 9.90	22.34 ± 11.93	17.66 ± 10.15	14.121	.001**	NS	>	>

Nota: (*) $p < .05$. (**) $p < .001$. M ± DE = media ± desviación estándar. NS: denota ausencia de significación estadística. ¹comparaciones por pares mediante la corrección de Bonferroni.

En la Tabla 3 se refleja la puntuación obtenida en las distintas dimensiones del estudio en función de la titularidad del centro educativo (*Público v. Privado v. Concertado*). La prueba *one-way ANOVA* ha arrojado diferencias significativas en las dimensiones Auditiva y Accesibilidad ($p < .05$, para ambas). Por su parte, la prueba *post hoc* ha arrojado diferencias significativas entre público y privado y, concertado y privado, en las dimensiones Auditiva y Accesibilidad ($p < .05$, para ambas).

Tabla 3

Nivel de formación y conocimiento tecnológico de los docentes según la titularidad del centro educativo de los mismos

	Público M ± DE (n = 590)	Privado M ± DE (n = 18)	Concertado M ± DE (n = 70)	F	p	Post hoc ¹		
						1-2	1-3	2-3
General (1-10)	4.71 ± 2.01	5.18 ± 1.53	5.06 ± 1.78	1.410	.245	NS	NS	NS
Visual (1-10)	2.84 ± 1.89	3.62 ± 1.26	3.14 ± 2.01	2.188	.119	NS	NS	NS
Auditiva (1-10)	3.30 ± 2.11	4.83 ± 2.62	3.36 ± 2.14	4.481	.012*	<	NS	>
Motórica (1-10)	3.34 ± 2.19	4.14 ± 1.76	3.46 ± 2.26	1.224	.295	NS	NS	NS
Cognitiva (1-10)	3.22 ± 2.03	3.95 ± 2.05	3.42 ± 2.03	1.338	.251	NS	NS	NS
Accesibilidad (1-10)	2.71 ± 1.78	4.12 ± 2.26	3.08 ± 2.09	6.221	.002*	<	NS	>
Conocimiento Global TIC (6-60)	20.15 ± 10.93	25.88 ± 10.65	21.55 ± 10.81	2.808	.061	NS	NS	NS

Nota: (*) $p < .05$. M ± DE = media ± desviación estándar. NS: denota ausencia de significación estadística. ¹comparaciones por pares mediante la corrección de Bonferroni.

En la Tabla 4 se refleja la puntuación obtenida en las distintas dimensiones del estudio en función de la modalidad de escolarización del centro (*Ordinario v. Motórico v. Auditivo v. Aula Enclave v. Centro de Educación Especial*). La prueba *one-way ANOVA* ha arrojado diferencias significativas en todas las dimensiones ($p < .05$, para todas). Por su parte, la prueba *post hoc* ha arrojado diferencias significativas entre el centro ordinario y las siguientes COAEP: Motórico en la dimensión Auditiva ($p < .05$), Aula Enclave en todas las dimensiones ($p < .05$; para todas) y Centro de Educación Especial en la dimensión Motórica ($p < .05$). Asimismo, ha arrojado diferencias significativas entre el centro Motórico y, Auditivo en la dimensión Auditiva ($p < .05$) y Aula Enclave en todas las dimensiones a excepción de Accesibilidad ($p < .05$; para todas). A su vez, ha arrojado diferencias significativas entre el Aula Enclave y el centro Auditivo en todas las dimensiones ($p < .05$; para todas).

Tabla 4

Nivel de formación y conocimiento tecnológico de los docentes según modalidad de escolarización del centro

	Ordinario M ± DE (n = 520)	Motórico M ± DE (n = 64)	Auditivo M ± DE (n = 66)	Aula Enclave M ± DE (n = 18)	Centro de Educación Especial M ± DE (n = 10)	F	p	Post hoc ¹									
								1-2	1-3	1-4	1-5	2-3	2-4	2-5	3-4	3-5	4-5
General (1-10)	4.58 ± 1.92	5.16 ± 2.06	4.98 ± 2.07	7.11 ± 1.56	6.06 ± 1.05	9.643	.001**	NS	NS	<	NS	NS	<	NS	<	NS	NS
Visual (1-10)	2.76 ± 1.80	3.22 ± 2.03	2.92 ± 2.11	4.76 ± 1.98	4.26 ± 1.77	6.999	.002*	NS	NS	<	NS	NS	<	NS	<	NS	NS
Auditiva (1-10)	3.15 ± 2.03	3.00 ± 2.01	4.22 ± 2.26	6.40 ± 2.01	4.57 ± 2.50	15.325	.001**	NS	<	<	NS	<	<	NS	<	NS	NS
Motórica (1-10)	3.18 ± 2.06	3.65 ± 2.30	3.55 ± 2.48	6.14 ± 2.37	5.34 ± 0.80	11.135	.001**	NS	NS	<	<	NS	<	NS	<	NS	NS
Cognitiva (1-10)	3.12 ± 1.96	3.39 ± 2.18	3.36 ± 1.85	5.97 ± 2.27	4.15 ± 1.92	9.590	.001**	NS	NS	<	NS	NS	<	NS	<	NS	NS
Accesibilidad (1-10)	2.69 ± 1.76	2.94 ± 1.96	2.85 ± 2.00	4.53 ± 2.32	3.20 ± 1.93	4.746	.001**	NS	NS	<	NS	NS	NS	NS	<	NS	NS
Conocimiento Global TIC (6-60)	19.51 ± 10.39	21.37 ± 11.56	21.85 ± 11.72	34.94 ± 11.04	27.59 ± 8.61	10.884	.001**	NS	NS	<	NS	NS	<	NS	<	NS	NS

Nota: (*) p < .05. (**) p < .001. M ± DE = media ± desviación estándar. COAEP = Centros Ordinarios de Atención Educativa Preferente. NS: denota ausencia de significación estadística.
¹comparaciones por pares mediante la corrección de Bonferroni.

Discusión

El objetivo de este estudio fue analizar el nivel de competencia digital de los docentes de las Islas Canarias respecto a la aplicación de las TIC para personas que presentan diversidad funcional según la etapa educativa, la modalidad y la titularidad del centro educativo.

En este estudio se halló que aquellos docentes que ejercen en la etapa de Educación Primaria obtienen mayor puntuación en todas las dimensiones con respecto a los docentes que ejercen en Educación Secundaria. Asimismo, los docentes de Educación Infantil obtuvieron mayor puntuación en las dimensiones Auditiva, Motórica, Cognitiva, Accesibilidad y conocimiento General TIC que los docentes de Educación Secundaria.

Son varios los estudios llevados a cabo en esta línea metodológica que coinciden al corroborar que la etapa educativa en la que el profesorado desempeña su labor educativa es un aspecto que incide en su nivel formativo en cuanto a las TIC (Llamas-Salguero & Gómez, 2018; Pozo-Sánchez et al., 2020). Estas diferencias pueden ser

debidas al número de cursos anuales que realiza el profesorado de cada etapa, así como a la temática en la que se focalizan dichos cursos, pues no todos se abordan desde el ámbito tecnológico (Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016).

Tello y Cascales (2015) señalan que el profesorado que imparte docencia en niveles educativos superiores tiene una mejor percepción acerca de las TIC como herramienta metodológica y valora positivamente la formación hacia las mismas, lo cual puede significar, según estos autores, que estos profesionales realicen un mayor uso de las TIC. Por su parte, Pozo-Sánchez et al. (2020) destacan que los docentes de Educación Secundaria muestran niveles altos en lo que a la alfabetización en TIC se refiere, despuntando el profesorado de Educación Infantil y Primaria en la creación de contenidos digitales. De igual modo, Fuentes et al. (2019) hallaron que los docentes que desempeñan su labor en la etapa de Educación Primaria muestran mejores índices de competencia digital respecto al profesorado de Educación Infantil y Secundaria. No obstante, es preciso destacar que ambos estudios son coincidentes en cuanto a niveles de alfabetización en el ámbito tecnológico sin ir más allá, dado que el foco de este estudio se centra en la formación del profesorado en TIC aplicadas al alumnado con diversidad funcional midiendo cada una de las dimensiones necesarias para tal propósito, constituyendo este un matiz que no abunda tanto en las producciones científicas cuando se estudia las competencias docentes en TIC (Fernández-Batanero et al., 2020); de ahí el enfoque original del presente estudio.

Por otro lado, considerando la titularidad del centro, aquellos que trabajan en un centro privado obtienen una mayor puntuación en las dimensiones Auditiva y Accesibilidad con respecto a los que trabajan en un centro concertado o público. En primer lugar, cabe destacar que las diferencias en las puntuaciones obtenidas en torno a las dimensiones ya citadas son significativas, no coincidiendo esto con otros estudios (Fernández-Batanero et al., 2017; Fernández-Batanero, 2018). No obstante, atendiendo de forma genérica a la competencia en TIC de los docentes, es decir, sin considerar dichas dimensiones, los resultados se contraponen a los hallazgos de Fuentes et al. (2019), en el que los docentes pertenecientes a centros de índole público obtienen mejores niveles de competencia digital, no haciendo este estudio referencia a su aplicabilidad en el alumnado con diversidad funcional; de ahí, de nuevo, el enfoque original del presente estudio.

Dicho esto, la disparidad de resultados de un centro a otro en función de su titularidad y, en este caso, con mayores puntuaciones en las dimensiones Auditiva y Accesibilidad a favor de los centros privados pueden ser debidos a factores: actitudinales, temporales y económicos (Fernández-Batanero, 2018). En segundo lugar, este autor refleja que existen otras causas más específicas que pueden explicar estos hallazgos, tales como la distancia geográfica y la calidad en la formación que, junto con la falta de tiempo, se consideran los principales obstáculos en la formación en TIC del profesorado perteneciente a centros educativos públicos. Esta falta de tiempo a la que ya se ha hecho alusión se repite como factor desencadenante de la falta de formación docente en TIC en los centros concertados, junto con la oferta formativa de los mismos que se señala como escasa. Y, por último, el factor económico se destaca como la principal barrera en los centros de titularidad privada que, a favor de estos, es prescriptivo destacar sus altas puntuaciones en cuanto a la dimensión de Accesibilidad,

coincidiendo esta con los hallazgos de estudios como el de Tello y Cascales (2015), en donde el profesorado se muestra proclive a la hora de seleccionar recursos tecnológicos teniendo en cuenta la accesibilidad de los mismos.

En este hilo argumental y siguiendo a la normativa actual; la LOMLOE, la aplicación de uno de los principios que debe regir la escolarización, tanto en formatos y contenidos como en herramientas y entornos virtuales de aprendizaje es la accesibilidad universal. Esta se enmarca dentro del enfoque del Diseño Universal del Aprendizaje (en adelante, DUA) que concibe la diversidad desde una perspectiva que contempla a todo el alumnado, pues todos y todas tienen capacidades y habilidades diferentes no existiendo, por tanto, una única manera para acceder al aprendizaje (García-Campos et al., 2018). Así, la LOMLOE dictamina que aquellas medidas que se adopten con el fin de atender a la diversidad del alumnado, se realizarán conforme a los principios del DUA salvaguardando con ello los derechos de los infantes y su permanencia en el sistema educativo. En este sentido, desde el DUA se garantiza la presencia, participación y logro de todos los escolares en el proceso de enseñanza-aprendizaje, pues al ofrecer varias alternativas de acceso al currículo cada discente escogerá aquella con la que mejor aprenda (Sánchez & Martín, 2016).

Siguiendo este hilo argumental, desde el punto de vista del modelo educativo, para dar respuesta a la diversidad de necesidades de aprendizaje, el uso de los recursos TIC por parte de los docentes debe hacerse efectivo, pues actúa como un puente para promover el aprendizaje en los estudiantes. Por ello, los docentes tienen que encontrar y adaptar la tecnología educativa para lograr un mayor nivel de éxito académico del alumnado. En este sentido, es fundamental que se establezcan planes de formación en competencia digital para ayudar al profesorado en su formación inicial o continua con el fin de favorecer al alumnado en sus diferentes etapas de aprendizaje. Al respecto, los itinerarios formativos personalizados o SMOOC (del inglés *Social Massive Open Online Course*) pueden ser de gran ayuda para los docentes (Cabero-Almenara et al., 2021).

Por último, considerando la modalidad de escolarización del centro, aquellos que trabajan en un Aula Enclave obtienen una mayor puntuación en todas las dimensiones con respecto a los que trabajan en un centro Ordinario, Preferente Auditivo y Motórico (a excepción de accesibilidad). Asimismo, aquellos que trabajan en un centro Ordinario obtienen menor puntuación en la dimensión Auditiva con respecto a aquellos que trabajan en un centro Preferente Auditivo y menor puntuación en la dimensión Motórica con respecto a aquellos que trabajan en un Centro de Educación Especial. Asimismo, aquellos que trabajan en un centro Motórico obtienen menor puntuación en la dimensión Auditiva con respecto a los que trabajan en un centro Preferente Auditivo. En este sentido, atendiendo a la variable de la especialidad de los docentes participantes en un estudio llevado a cabo por Muñoz y Cubo (2019), los docentes con una formación inicial recibida en la universidad relacionada con la atención a la diversidad resultan ser más competentes digitalmente si se comparan con otra especialidad, lo cual puede justificar en cierta medida los resultados aquí hallados a favor de los centros en los que está más presente la figura de este especialista (Cejudo et al., 2016).

A pesar de que los resultados hallados en el presente estudio son válidos y fiables, deben interpretarse con cautela dadas las limitaciones metodológicas derivadas del

mismo; I) no se pueden establecer relaciones de causalidad, II) Ausencia de una muestra representativa de las Islas Canarias (≥ 2500 docentes), III) cuestionarios sesgados por la subjetividad, IV) no haber contemplado la universidad donde se formaron los docentes, con el fin analizar lo positivo o negativo en la formación recibida y, V) no incluir la valoración de las TIC a todo el alumnado.

Conclusiones

Atendiendo al objetivo del estudio se ha observado que, I) aquellos docentes que ejercen en la etapa de Educación Primaria e Infantil obtienen mayor capacitación en TIC que los de Educación Secundaria, II) Considerando la titularidad del centro, aquellos que trabajan en un centro privado obtienen una mayor puntuación en las dimensiones Auditiva y Accesibilidad con respecto a los que trabajan en un centro concertado o público y, III) aquellos que trabajan en un Aula Enclave obtienen una mayor puntuación en todas las dimensiones con respecto a otras modalidades de escolarización. Estos resultados pueden ser de especial interés para el contexto educativo con el fin de identificar y mejorar la calidad del proceso de enseñanza y de aprendizaje para alcanzar una educación de calidad en todo el alumnado, independientemente de la etapa educativa, la titularidad y la modalidad del centro educativo. Asimismo, se sugiere que futuros estudios con una muestra representativa de las Islas Canarias y de corte longitudinal incluyan otras variables para analizar los posibles efectos que una mayor capacitación en TIC por parte del docente puede provocar en el desarrollo integral del alumnado.

Agradecimientos

Agradecemos a todos los participantes por su completa disposición a la hora de participar en la investigación. Sin ustedes no sería posible la labor científica.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses. Los financiadores no tuvieron ningún papel en el diseño del estudio; en la recopilación, análisis o interpretación de datos; en la redacción del manuscrito, o en la decisión de publicar los resultados.

Contribuciones de los autores

Conceptualización, P.J.; metodología, P.J.; software, P.J.; validación, P.J.; análisis formal, P.J.; investigación, A.A. ; recursos, A.A.; análisis de datos, P.J. ; redacción del borrador original, A.A.; redacción, revisión y edición, A.A.; supervisión, P.J.; administración de proyectos, P.J.

Referencias

- Afanador, H.A. (2017). Estado actual de las competencias TIC de docentes. *Puente*, 9(2), 23-32. <https://dx.doi.org/10.18566/puente.v9n2.a03>
- Alper, M. & Goggin, G. (2017). Digital technology and rights in the lives of children with disabilities. *New Media y Society*, 19(5), 726-740. <https://doi.org/10.1177/1461444816686323>

- Álvarez, J. F. (2020). Evolución de la percepción del docente de secundaria español sobre la formación en TIC. *EDUTECH. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 71, 1-15. <https://doi.org/10.21556/edutech.2020.71.1567>
- Arouri, Y. M., Attiyah, A. A., Dababneh, K., & Hamaidi, D. A. (2020). Kindergarten teachers' views of assistive technology use in the education of children with disabilities in Qatar. *European Journal of Contemporary Education*, 9(2), 290-300. <https://doi.org/10.13187/ejced.2020.2.290>
- Cabero-Almenara, J., Guillén-Gámez, F. D., Ruiz-Palmero, J., & Palacios-Rodríguez, A. (2021). Teachers' digital competence to assist students with functional diversity: Identification of factors through logistic regression methods. *British Journal of Educational Technology*, 53 (1), 41-57. <https://doi.org/10.1111/bjet.13151>
- Cejudo, J., Díaz, M., Losada, L. & Pérez-González, J. (2016). Necesidades de formación de maestros de Infantil y Primaria en atención a la diversidad. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 68(3), 23-39. <https://bit.ly/3bdVskS>
- Cumming, G., & Calin-Jageman, R. (2016). *Introduction to the new statistics: Estimation, open science, and beyond*. Routledge.
- Falcó, J. M. (2017). Evaluación de la competencia digital docente en la Comunidad Autónoma de Aragón. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(4), 73-83. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.4.1359>
- Fernández-Batanero, J. M., Román Graván, P., & El Homrani, M. (2017). TIC y discapacidad. Conocimiento del profesorado de educación primaria en Andalucía. *Aula Abierta*, 46, 65-72. <https://doi.org/10.17811/rifie.46.2.2017.65-72>
- Fernández-Batanero, J.M. (2018). TIC y la discapacidad. Conocimiento del profesorado de Educación Especial. *Revista Educativa Hekademos*, 24, 19-29. <https://bit.ly/3f0YZ71>
- Fernández-Batanero, J.M., Montenegro-Rueda, M. & Tadeu, P. (2020). Formación del profesorado y TIC para el alumnado con discapacidad: una revisión sistemática. *Revista Brasileña de Educación Especial*, 26(4), 711-732. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-54702020v26e0078>
- Fernández-Batanero, J.M., Reyes Rebollo, M.M., & El Homran, M. (2018). TIC y discapacidad. Principales barreras para la formación del profesorado. *EDMETIC, Revista de Educación Mediática y TIC*, 7(1), 1-25. <https://doi.org/10.21071/edmetic.v7i1.9656>
- Fernández-Cruz, F. J., & Fernández-Díaz, M. J. (2016). Los docentes de la Generación Z y sus competencias digitales. *Revista Científica Iberoamericana de Comunicación y Educación*, 24(46), 97-105. <https://bit.ly/33ATCGA>
- Fernández, E., Leiva, J. J. & López, E. (2018). Competencias digitales en docentes de Educación Superior. *Revista Digital de Investigación en Docencia Universitaria*, 12(1), 213-231. <http://dx.doi.org/10.19083/ridu.12.558>
- Fuentes, A., López, J., & Pozo, S. (2019). Análisis de la Competencia Digital Docente: Factor Clave en el Desempeño de Pedagogías Activas con Realidad Aumentada. *Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2), 27-42. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002>
- Galiano-Barrocal, L., Sanz, P. & Tárraga, R. (2015). Análisis del conocimiento, uso y

- actitud de las TIC por parte de Maestros de Educación Especial. *Revista Electrónica de Investigación Docencia Creativa*, 4, 359-369. <https://doi.org/10.30827/Digibug.38588>
- García-Campos, M.D., Canabal, C. & Alba, C. (2018). Executive functions in universal design for learning: moving towards inclusive education. *International Journal of Inclusive Education*, 24(6), 1-15. <https://doi.org/10.1080/13603116.2018.1474955>
- González-Fernández, M. O. (2021). Competencias digitales del docente de bachillerato ante la enseñanza remota de emergencia. *Apertura*, 13(1).
- Hernández-Sampieri, R.; Fernández-Collado, C. & Baptista-Lucio, P. (2018). *Metodología de la Investigación*. McGraw Hill.
- Homero, G., Tejedor, F. J., & Calvo, M. I. (2017). Meta-análisis sobre el efecto del software educativo en alumnos con necesidades educativas especiales. *Revista de Investigación Educativa*, 35(1), 35-52.
- Insteffjord, E. J., & Munthe, E. (2017). Educating digitally competent teachers: A study of integration of professional digital competence in teacher education. *Teaching and Teacher Education*, 67, 37-45. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2017.05.016>
- Kumar, A., & Kumar, G. (2018). The role of ICT in higher education for the 21st century: ICT as a change agent for education. *Multidisciplinary higher Education, Research, Dynamics & Concepts*, 1(1), 76-83. <https://bit.ly/2NU3HV6>
- Llamas-Salguero, F., & Gómez, E. M. (2018). Formación inicial de docentes en educación básica para la generación de conocimiento con las Tecnologías de la Información y la Comunicación. *Revista Complutense de Educación*, 29(2), 577. <https://doi.org/10.5209/RCED.53520>
- Moreno, N., López, E., & Leiva, J. (2018). El uso de tecnologías emergentes como recursos didácticos en ámbitos educativos. *International Studies on Law and Education*, 29(30), 131-146.
- Muñoz Pérez, E., & Cubo Delgado, S. (2019). Competencia digital, formación y actitud del profesorado de educación especial hacia las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). Profesorado. *Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 23(1), 1-14. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v23i1.9151>
- Padilla, S. (2018). Usos y actitudes de los formadores de docentes ante las TIC. Entre lo recomendable y la realidad de las aulas. *Apertura*, 10, 132-148. <http://dx.doi.org/10.18381/Ap.v10n1.1107>
- Pozo-Sánchez, S., López, J., Fernández, M. & López, J.A. (2020). Análisis correlacional de los factores incidentes en el nivel de competencia digital del profesorado. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(1), 143-159. <https://doi.org/10.6018/reifop.396741>
- Pozo-Sanchez, S., Lopez, J., Moreno, A. J., & Lopez, J. A. (2019). Impact of educational stage in the application of flipped learning: A contrasting analysis with traditional teaching. *Sustainability*, 11(21), 5968. <https://doi.org/10.3390/su11215968>
- Quispe, A., Pinto, D., Huamán, M., Bueno, G., y Valle-Campos, A. (2020). Metodologías cuantitativas: Cálculo del tamaño de muestra con STATA y R. *Revista Del Cuerpo Médico Hospital Nacional Almanzor Aguinaga Asenjo*, 13(1), 78-83.

- <https://doi.org/10.35434/rcmhnaaa.2020.131.627>
- Reyes, C. E. (2021). Competencias digitales básicas para garantizar la continuidad académica provocada por el Covid-19. *Apertura*, 13(1).
- Sánchez, S. & Martín, R.A. (2016). Formación docente para atender a la diversidad. Una experiencia basada en las TIC y el Diseño Universal para el Aprendizaje. *Revista de Ciencias de la Comunicación e Información*, 21(2), 35-44. [https://doi.org/10.35742/rcci.2016.21\(2\).35-44](https://doi.org/10.35742/rcci.2016.21(2).35-44)
- Tello, I., & Cascales, A. (2015). Las TIC y las necesidades específicas de apoyo educativo: análisis de las competencias TIC en los docentes. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 18(2), 355-383. <https://doi.org/10.5944/ried.18.2.13536>
- UNESCO. (2020, abril). Surgen alarmantes brechas digitales en el aprendizaje a distancia. *UNESCO*. <https://es.unesco.org/news/surgen-alarmanes-brechas-digitales-aprendizaje-distancia>

Competencia digital docente del profesorado en formación inicial de universidades públicas chilenas

Juan SILVA
Cristian CERDA
María Rosa FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ
Miriam LEÓN

Datos de contacto:

Juan Silva
Universidad de Santiago de Chile, Chile
juan.silva@usach.cl

Cristian Cerda
Universidad de La Frontera, Chile
cristian.cerda@ufrontera.cl

María Rosa Fernández-Sánchez
Universidad de Extremadura, España
rofersan@unex.es

Miriam León
Universidad de La Frontera, Chile
miriam.leon@ufrontera.cl

Recibido: 24/08/2021
Aceptado: 22/10/2021

RESUMEN

Las competencias digitales docentes (CDD) en la formación inicial del profesorado, son claves para el uso de las tecnologías digitales (TD) para diseñar y moderar ambientes de aprendizaje. Esta investigación tuvo como objetivo describir los niveles de competencia digital docente en estudiantes de pedagogía chilenos, a través de un instrumento de evaluación de conocimientos teóricos de la CDD, analizando diferencias en las variables sexo, tipo de programa de Formación Inicial Docente (FID) y participación en práctica profesional. Un total de 239 profesores en formación en siete universidades chilenas contestaron un instrumento de evaluación de la CDD. Los resultados muestran diferencias significativas en la dimensión “Didáctica curricular y metodológica” a favor de las mujeres. De igual manera, a nivel del indicador “Diseña actividades de enseñanza-aprendizaje donde contempla el uso de tecnología digital”, se observaron diferencias significativas en las variables: sexo (mayor en mujeres); tipo de programa (mayor para estudiantes de pedagogías primarias); y participación en práctica profesional, a favor de quienes tienen práctica. Finalmente, en el indicador “Utiliza tecnologías digitales para comunicarse y compartir sus conocimientos” hubo diferencias significativas en la variable tipo de programa (mayor para estudiantes de pedagogías secundarias). La investigación aporta una mirada distinta al proceso de medición de la CDD, permitiendo la identificación de áreas críticas en la FID y la necesidad de mejorar los planes formativos en estas áreas.

PALABRAS CLAVES: competencia digital; formación inicial; formación de profesores; evaluación; tecnología educativa; educación superior.

Teacher digital competence of teachers in initial training of chilean public universities

ABSTRACT

Teacher digital competencies (TDC) of teachers in training, are key to the use of digital technologies to design and moderate learning environments. The purpose of this research was to describe the levels of digital teaching competence in Chilean pedagogic students, through an instrument of evaluation of theoretical knowledge of the TDC and analyzing differences in the variables sex, type of Initial Teaching Training (ITT) programme and participation in professional teaching practice. This differs from the application of self-improvement instruments. In this study, 239 teachers in training at seven Chilean universities took a theoretical test of TDC. The results showed significant differences in the dimension of “Didactic, curricular and methodological aspects,” tilted in favour of women. Likewise, the indicator for “Design teaching-learning activities that include the use of digital technology” revealed significant differences across the variables: gender (principally women) programme type (higher for primary school student teachers) and participation in a teaching practicum, with higher scores for those who had completed one. Finally, the indicator “Uses digital technologies to communicate and share knowledge” displayed significant differences when it came to the programme type variable (higher for secondary school student teachers). This study offers novel insight into the TDC measurement process, enabling identification of critical areas in ITT.

KEYWORDS: Digital competence; Teachers training; Assessment; Educational technology; High education.

Introducción

La Competencia Digital (CD) es un aspecto fundamental para una adecuada participación en la sociedad actual. “La competencia digital implica el uso crítico y seguro de las Tecnologías de la Sociedad de la Información para el trabajo, el ocio y la comunicación. Apoyándose en el uso de las TIC para recuperar, evaluar, almacenar, producir, presentar e intercambiar información, para comunicar y participar en redes de colaboración a través de Internet” (European Commission, 2006, p.6).

La calidad de la formación del profesorado ha sido un continuo debate debido a su impacto en el aprendizaje de los estudiantes (González-Geraldo et al., 2021). Diversas instituciones señalan la necesidad de contar con docentes adecuadamente formados en el uso de tecnologías digitales (TD) para la docencia y su desarrollo profesional (Redecker & Punie, 2017; UNESCO, 2018). La Competencia Digital Docente (CDD), refiere a las habilidades, actitudes y conocimientos requeridos para promover un verdadero aprendizaje en un contexto enriquecido por tecnologías digitales para transformar las prácticas del aula y el desarrollo profesional docente (Fraser et. al, 2013; Lázaro-Cantabrana et al., 2019). La adquisición de la CDD es un aspecto clave que puede abordarse en la formación inicial docente (FID) (Miguel-Revilla et al., 2020).

Un proceso pertinente de desarrollo de la CDD en la FID, requiere de una adecuada evaluación para, a partir de esos resultados, diseñar e implementar planes de formación que permitan mejorar las carencias encontradas. Sin embargo, la mayoría de los instrumentos de evaluación existentes no proporcionan evidencia suficiente (Esteve-Mon et al., 2016a). Hay un número relevante de investigaciones que han focalizado la medición de esta competencia en instrumentos de autopercepción (Colomer et al., 2018; Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016; García-Valcárcel & Martín del Pozo, 2016; Lemon & Garvis, 2016). Estudios como International Computer and Information Literacy Study (ICILS) ponen en evidencian las diferencias entre la autopercepción y los resultados de pruebas de rendimiento de manejo computacional, mostrando una relación negativa entre ambos aspectos (Rohatgi et al., 2016). De ahí, que se considere relevante utilizar instrumentos de desempeño para evaluar la CDD, ya que permiten una medición más precisa al enfrentar a los participantes a situaciones ante las cuales deben indicar qué hacer en un contexto de uso de TD en la docencia.

El objetivo de esta investigación fue describir los niveles de CDD en estudiantes chilenos de pedagogía, a través de un instrumento de evaluación de conocimientos teóricos, analizando diferencias en las variables sexo, tipo de programa de FID y participación en práctica profesional docente. Existen estudios en Chile que han encontrado resultados discrepantes en la CDD entre hombres y mujeres y entre distintos tipos de programas de FID (Badilla et al., 2013; Flores-Lueg & Roig-Vila, 2019; Silva et al., 2019). por lo que estudiar ambas variables se considera relevante para futuros análisis y acciones de mejora en la FID. Por otra parte, no se ha reportado si la participación -durante la formación docente- en prácticas profesionales es un elemento diferenciador con respecto a los niveles de CDD. Aspecto que se considera relevante investigar dada la tendencia actual de las universidades chilenas considera la introducción de prácticas tempranas en la FID.

Si bien en Chile existen estudios que miden las competencias digitales en profesores en formación, la mayoría de ellos están enfocados en instrumentos de autopercepción (Ascencio et al., 2016; Ayala-Pérez & Joo-Nagata, 2019; Badilla et al., 2013). Este estudio se constituye en una contribución original al recolectar información respecto al saber hacer contextualizado a través de un instrumento de ejecución máxima, que mide conocimientos teóricos de la CDD.

La competencia digital docente

Diferentes instituciones han desarrollado estándares u orientaciones relacionados con la adecuada incorporación de las tecnologías digitales en educación. Entre estos podemos señalar: International Society for Technology in Education (ISTE, 2016), Estándares TIC para FID (MINEDUC, 2008), Competencias y estándares TIC para la profesión docente (MINEDUC, 2011), DigiLit Leicester City Council (Fraser et al., 2013), Competencias TIC para el desarrollo profesional docente (Ministerio de Educación Nacional Colombia, 2013), Marco común de competencia digital docente (INTEF, 2017), DigiCompEdu (Redecker & Punie, 2017), Marco de competencias TIC para docentes (UNESCO, 2018). Las dimensiones de la CDD consideradas en estos estándares u orientaciones, se focalizan en los aspectos didáctico-pedagógicos, en el desarrollo profesional docente, en los aspectos éticos y de seguridad (Silva et al., 2016).

Aunque el profesorado y el estudiantado viven inmersos en experiencias mediáticas, la transferencia al proceso de enseñanza y aprendizaje no se evidencia (Miralles-Martínez et al., 2019). La formación de los docentes es uno de los factores

clave para la incorporación de las TD en las prácticas pedagógicas (MINEDUC 2008, 2011; UNESCO, 2018). La FID es una etapa clave para adquirir competencias que les permitirán a los estudiantes incorporarse en el sistema educativo con un nivel adecuado de manejo de TD, permitiendo que los futuros docentes sean capaces de diseñar e implementar ambientes de aprendizaje mediados por TD, incorporando la tecnología en forma natural a su ejercicio profesional (Castañeda et al., 2018). La adquisición de la CDD es un aspecto básico, tanto para su uso en el aprendizaje, como para promover la adquisición de competencias digitales del alumnado.

Existen algunas orientaciones para desarrollar la CDD de una manera más efectiva en la formación de pregrado. Una de ellas es que los futuros docentes vivencien experiencias que promuevan la integración de las TD desde la reflexión, acceso a recursos, prácticas de evaluación innovadoras y aprendizaje colaborativo para lograr anclar las experiencias, vincular teoría y práctica, en el desarrollo global de la CDD (Rokenes & Krumsvik, 2016). Otras propuestas proponen desarrollar y experimentar sobre la práctica formativa con TD además de desarrollar competencias para la formación virtual (Desilets et al., 2017; Tomte et al., 2015). Se plantea una revisión permanente de la calidad de la FID en educación digital (Gudmundsdottir & Hatlevik, 2018), acompañado de una posición destacada para la CDD en los planes de estudio pedagógicos (Hrytsenchuk et al., 2018; Instefjorda & Muntheb, 2016).

En Latinoamérica, se ha observado diversas realidades en la incorporación de CDD en FID, pudiendo constatarse dispares orientaciones y apoyos para la incorporación de tecnologías en la docencia (Brun, 2011). Las instituciones que forman docentes se encuentran en dos etapas: inicial, centradas en definir una política institucional en la capacitación docente en TD; y las avanzadas, focalizadas en integrar las TD en forma transversal en el currículum de formación de los futuros docentes (Hepp, 2012).

La competencia digital docente en la formación inicial

En Chile existen Estándares TIC para FID, organizados en cinco dimensiones: Área Pedagógica; Aspectos Sociales, Éticos y Legales; Aspectos Técnicos; Gestión Escolar y Desarrollo Profesional (MINEDUC, 2008). Pese a la existencia de estos estándares no se ha logrado una significativa e innovadora inserción de las TIC en la FID (Garrido et al., 2008). No existe una política común para la adopción de los estándares, lo que incide en que diferentes instituciones formadoras de profesores presenten una diversidad de acciones para incorporarlos. La formación en TIC puede ser diferente en cada carrera de pedagogía, aún dentro de una misma disciplina (Rizza, 2011). En el periodo 2012-2018, se observó un incremento del porcentaje de programas de formación de profesores que cuentan con, al menos, una asignatura TIC, aspecto asociado a los rediseños o renovaciones de los programas de FID, como a una incorporación mayor de las TIC en los programas de formación creados recientemente (Tapia et al., 2020).

En esta línea de investigación se han observado resultados variados. Estudios chilenos de percepción, que midieron el nivel de las CDD en FID a través de los estándares TIC en FID (Badilla et al., 2013) y las competencias TIC docentes (Ascencio et al., 2016), muestran que los estudiantes presentan un nivel adecuado de las dimensiones técnica, ética y social, y desarrollo profesional, siendo las dimensiones pedagógica y gestión las más débiles. En tanto, Canales y Hain (2017) señalan que sólo el 58% de los egresados de carreras de pedagogía tienen habilidades TIC de un nivel aceptable. Por otra parte, diversos estudios internacionales muestran que los jóvenes

conocen cómo usar la tecnología para propósitos personales, pero muchos de ellos no poseen las competencias para usarlas en el ámbito educativo y desarrollo profesional (Margaryan et al., 2011; Thompson, 2013).

Existen pocas investigaciones que dan cuenta de las variables que estarían relacionadas con la CDD, las que, además, presentan diferentes resultados. En el caso del sexo, Colomer et al. (2018) señalan que la percepción de los estudiantes varones respecto a su CDD es mayor que la de las mujeres, resultados similares se encontraron en Chile con igual tipo de instrumento (Flores-Lueg & Roig-Vila, 2017). Sin embargo, estudios con instrumentos de aprovechamiento no reportan diferencias significativas en CDD entre estudiantes hombres y mujeres (Silva et al., 2019). Además, estudios con profesores españoles en ejercicio (de primera y secundaria) dan cuenta de niveles bajos en TD, lo que para algunos autores revela la escasa formación que reciben en CD los futuros maestros de las distintas formaciones (Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016). Tampoco se ha observado diferencias entre profesores en formación de primaria y secundaria en Chile (Silva et al., 2019). En el caso de la participación de los futuros pedagogos en prácticas profesionales, si bien se destaca que la realización de éstas es un aspecto relevante para la FID (Cortés & Hirmas, 2016) y que como tal debe analizarse el aporte de las TD para estas prácticas (Garrido et al., 2008), no se han reportado estudios que den cuenta de la relación de éstas con la CDD.

Con respecto a la modalidad de evaluación de CDD se ha observado que es evaluada, generalmente, desde el punto de vista autoperceptivo. En estos estudios se manifiesta un buen nivel de CDD de los estudiantes en su formación inicial (Cappuccio et al., 2016; Gabarda et al., 2017; Gómez, 2016; Gudmundsdottir & Hatlevik, 2018; Yachina et al., 2017) aunque cuando se profundiza en la implementación de TD en las prácticas pedagógicas se evidencia niveles más bajos (Colomer et al., 2018; Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016; García-Valcárcel & Martín del Pozo, 2016; Lemon & Garvis, 2016). De ahí que sea relevante realizar evaluaciones con instrumentos tipo cuestionarios de conocimiento y no de autopercepción. Las investigaciones actuales, proponen ir más allá de los estudios basados en autopercepción y avanzar a evaluaciones de desempeño (He & Zhu, 2017), pudiendo también complementarse ambos tipos de instrumentos (Rosman et al., 2015).

Método

Participantes

Participaron en esta investigación un total de 239 estudiantes chilenos de pedagogía de último año (39.3% hombres y 60.6% mujeres), pertenecientes a siete universidades públicas (dos del norte, tres del centro y dos del sur del país). Un 75.7% cursaban programas de FID para secundaria y un 24.3% para primaria., en donde un 51,8% se encontraban haciendo práctica. Se utilizó un muestreo no probabilístico por conveniencia, debido a la imposibilidad de forzar la participación en la investigación, por consiguiente, se invitó a quienes quisieran formar parte del estudio en forma voluntaria. La Tabla 1 presenta información específica de la muestra.

Tabla 1.

Participantes según tipo de programa FID, sexo y participación en práctica profesional docente (n=239)

Programa FID	Sin Práctica		En Práctica		Sub Total
	Hombres	Mujeres	Hombres	Mujeres	
Primaria	2 (3.2%)	6 (11.3%)	3 (9.4%)	47 (51.1%)	58 (24.3%)
Secundaria	60 (96.8%)	47 (88.7%)	29 (90.6%)	45 (48.9%)	181 (75.7%)
Sub Total	62 (26%)	53 (22%)	32 (13%)	92 (38%)	239 (100%)

Instrumento

Para determinar el nivel de CDD se utilizó un instrumento de evaluación desarrollado en una investigación previa (Silva et al., 2019). Este instrumento presenta diversas situaciones que un estudiante de pedagogía podría enfrentar en sus últimos años de formación, durante la práctica profesional o durante sus primeros años de ejercicio laboral. El instrumento se diseñó a partir de una matriz de indicadores (Tabla 2) para evaluar la CDD en la FID en el contexto chileno-uruguayo (Silva et al., 2016), tomando como principales referencias los estándares TIC en FID de MINEDUC (2008), las competencias TIC Docente (MINEDUC, 2011) desarrolladas en Chile y la propuesta de rúbrica de la CDD de Lázaro-Cantabrana y Gisbert (2015) de España. El instrumento consta de 40 preguntas organizadas en 10 indicadores y éstos en 4 dimensiones. A continuación, se presenta un ejemplo de cada tipo de pregunta.

Indique cuál es el resultado de la siguiente búsqueda:

Al planificar las actividades de Enseñanza Aprendizaje (EA), respecto a la competencia digital (CD) de los alumnos, qué aspectos considera:

- Solo implementar, los estudiantes cuentan con la CD. **(0.25)**
 - Realizar un diagnóstico de las CD de los estudiantes. **(0.50)**
 - Considerar en las actividades de EA el nivel de manejo de la CD de los estudiantes. **(0.75)**
 - Contemplar actividades de EA y actividades para fortalecer la CD de los estudiantes. **(1.00)**
- Artículos escritos por *Castell* que contengan en el cuerpo del escrito la frase *Sociedad Red*.
 - Artículos escritos por *Castell* que contengan en título o escrito las palabras *Sociedad Red*.
 - Artículos escritos por *Castell* entre los años *2012* y *2016* que contengan en el título la frase *Sociedad Red*.
 - Artículos escritos por *Castell* entre los años *2012* y *2016* que contenga en escrito la frase *Sociedad Red*. (1.00)**

Tabla 2

Dimensiones e indicadores CDD

Dimensiones	Indicadores
1. Didáctica, curricular y metodológica: capacidad del profesorado de enseñar a buscar, tratar la información y crear conocimiento, así como evaluar y utilizar recursos tecnológicos digitales, de manera que le permita atender las necesidades de todo el alumnado, considerando la línea pedagógica de la institución educativa en la que desarrolla su actividad profesional.	1. Realiza búsquedas de información accediendo a diferentes fuentes de diversa tipología. 2. Utiliza software de apoyo para la realización de actividades de enseñanza-aprendizaje. 3. Diseña actividades de enseñanza-aprendizaje donde contempla el uso de tecnología digital. 4. Utiliza recursos digitales para el seguimiento y evaluación del alumnado.
2. Planificación, organización y gestión de espacios y recursos tecnológicos digitales: capacidad del profesorado de crear y gestionar ambientes de aprendizaje enriquecidos con tecnologías digitales de forma responsable, innovadora y colaborativa.	5. Utiliza las tecnologías digitales para trabajo en el aula. 6. Selecciona y evalúa recursos y herramientas para el trabajo en el aula.
3. Aspectos éticos, legales y seguridad: capacidad del profesorado de utilizar las tecnologías digitales de forma ética, segura e inclusiva, contemplando la identidad digital institucional en los procesos comunicativos y de transferencia del conocimiento.	7. Respeta los derechos de autor y utiliza las tecnologías digitales personales de forma responsable y segura. 8. Utiliza tecnologías digitales para comunicarse y compartir sus conocimientos.
4. Desarrollo personal y profesional: capacidad del profesorado de liderar procesos educativos enriquecidos con tecnologías digitales a partir de los retos que plantea la sociedad actual, de configurar su entorno personal de aprendizaje y compartir sus materiales didácticos, de configurar su identidad digital profesional y de formarse de forma permanente a lo largo de su carrera profesional.	9. Utiliza diferentes aplicaciones para gestionar contenidos y acceder a la información. 10. Realiza actividades de formación relacionadas con las tecnologías digitales.

Cada indicador es evaluado por cuatro preguntas, las cuales se ordenaron temáticamente. El indicador 1 está conformado con las primeras 4 preguntas, mientras que el indicador 2 por las cuatro subsiguientes y así sucesivamente. En el caso de las dimensiones, la primera está conformada por las preguntas 1 a 16, la segunda dimensión con las preguntas 17 a la 24, la tercera con las preguntas 25 a la 32, mientras que la dimensión 4 se compone de las preguntas 33 a la 40. El proceso de desarrollo del instrumento aseguró la validez de contenido a través de la interacción de jueces. La consistencia interna del instrumento, reportada en la investigación original, evidenció

un valor de $\alpha=0.60$ (Silva et al., 2016), considerada aceptable de acuerdo con los criterios de Cohen et al. (2007).

Procedimiento

La aplicación del instrumento se desarrolló durante dos meses. La participación en la investigación fue voluntaria y no estuvo mediada por la entrega de ningún estímulo o recompensa. Los equipos encargados de recoger los datos tuvieron en cuenta el resguardo del anonimato y la conformidad de cesión de datos, solicitándose consentimiento informado a los participantes previo a la aplicación. El instrumento fue respondido en forma digital desde una tableta, celular o computador. En algunos casos, el instrumento fue enviado por correo electrónico a cada participante, mientras que en otros fue contestado de manera conjunta en un laboratorio de computación con la guía y apoyo de los docentes colaboradores. Las respuestas entregadas por los estudiantes se descargaron y guardaron en una hoja de cálculo para posteriormente ser exportadas a los programas estadísticos.

Análisis de Datos

El análisis de datos se desarrolló en diversas etapas. Primero los datos fueron explorados en términos de valores perdidos o mal ingresados. Segundo, en base a las respuestas entregadas a las 40 preguntas, se crearon variables asociadas a las 4 dimensiones y 10 indicadores mencionados. Tercero, para comprender el nivel de logro, de las dimensiones e indicadores, se calculó el promedio (porcentaje de logro) y desviación estándar, los cuales fueron descritos en términos generales y específicos por las variables consideradas en el estudio (sexo, tipo de programa de FID y participación en práctica profesional). Cuarto, las variables creadas fueron analizadas en términos de normalidad (Kolmogorov-Smirnov) para posteriormente ser sometidas a pruebas de diferencias de grupos según sexo, tipo de programa y práctica docente. Cuando se encontraron diferencias significativas se calculó el tamaño del efecto para ver la magnitud de dichas diferencias. Los datos fueron analizados con el programa SPSS 22 y Jasp 0.10.2. Debido al incumplimiento del supuesto de normalidad de las variables analizadas la comparación de las dimensiones e indicadores, según las variables sexo, tipo de programa FID y participación en práctica profesional, fue desarrollado a través de la prueba no paramétrica U Mann-Whitney.

Resultados

Niveles de logro por dimensiones

Los resultados descriptivos de las cuatro dimensiones medidas se presentan en la Tabla 3. Los resultados se muestran por nivel de logro general en las dimensiones y de manera detallada considerando las variables: Sexo, tipo de programa FID y participación en práctica profesional.

Tabla 3*Resultados por dimensión según sexo, tipo de programa FID y práctica (n=239)*

Variables	Atributos	Descriptivos	D 1	D 2	D 3	D 4
Dimensión	General (n=239)	Media	0.58	0.54	0.59	0.51
		Desv. Estándar	0.10	0.14	0.13	0.12
Sexo	Masculino (n=94)	Media	0.56	0.54	0.59	0.53
		Desv. Estándar	0.09	0.15	0.14	0.12
	Femenino (n=145)	Media	0.59	0.54	0.59	0.49
		Desv. Estándar	0.11	0.14	0.12	0.12
Programa FID	Primaria (n=58)	Media	0.59	0.52	0.57	0.50
		Desv. Estándar	0.10	0.14	0.12	0.12
	Secundaria (n=181)	Media	0.57	0.55	0.59	0.51
		Desv. Estándar	0.10	0.15	0.13	0.12
Práctica profesional	Sin práctica (n=115)	Media	0.57	0.53	0.58	0.52
		Desv. Estándar	0.10	0.15	0.13	0.11
	En práctica (n=124)	Media	0.59	0.55	0.59	0.50
		Desv. Estándar	0.11	0.14	0.13	0.13

Nota. D1= Didáctica, curricular y metodológica; D2= Planificación, organización y gestión de espacios y recursos tecnológicos digitales; D3=Aspectos éticos, legales y seguridad; D4=Desarrollo personal y profesional

En términos generales el mayor promedio alcanzado ($M= 0.59$), corresponde a la dimensión 3 “Aspectos éticos, legales y seguridad” mientras que el menor valor alcanzado ($M= 0.51$) pertenece a la dimensión 4 “Desarrollo personal y profesional”.

En cuanto a la variable sexo, los puntajes más altos ($M= 0.59$) se observan en mujeres en la dimensión 1 “Didáctica, curricular y metodológica”, y en hombres y mujeres en la dimensión 3 “Aspectos éticos, legales y seguridad”. El valor más bajo ($M= 0.49$) lo presentan las mujeres en la dimensión 4 “Desarrollo personal y profesional”. En tipo de programa de FID, los mayores puntajes ($M= 0.59$) los obtienen estudiantes de los programas de FID de enseñanza primaria en la dimensión 1 y en enseñanza secundaria en la dimensión 3. El puntaje menor ($M= 0.50$), corresponde a los estudiantes de los programas de FID de enseñanza primaria en la dimensión 4. Finalmente, en el caso de la variable participación en práctica profesional el puntaje más alto ($M= 0.59$) se observa en los estudiantes En práctica en las dimensiones 1 y 3. En tanto el menor puntaje ($M= 0.50$), corresponde a los estudiantes En práctica en la dimensión 4.

Niveles de logro de los indicadores

Los resultados descriptivos (promedio y desviación estándar) de los diez indicadores medidos se muestran en las tablas 4 y 5. Los resultados se presentan por nivel de logro general en las dimensiones y de manera detallada considerando las variables: Sexo, tipo de programa FID y participación en práctica profesional.

Tabla 4

Resultados por indicador 1 al 5 según sexo, tipo de programa FID y práctica (n=239)

Variables	Atributos	Descriptivos	I 1	I 2	I 3	I 4	I 5
Dimensión	General (n=239)	Media	0.50	0.62	0.73	0.46	0.46
		Desv. Estándar	0.21	0.15	0.18	0.21	0.17
Sexo	Masculino (n=94)	Media	0.48	0.63	0.68	0.45	0.44
		Desv. Estándar	0.20	0.14	0.18	0.20	0.16
	Femenino (n=145)	Media	0.51	0.62	0.76	0.47	0.47
		Desv. Estándar	0.22	0.15	0.17	0.21	0.17
Programa FID	Primaria (n=58)	Media	0.50	0.60	0.80	0.48	0.46
		Desv. Estándar	0.21	0.15	0.14	0.22	0.17
	Secundaria (n=181)	Media	0.50	0.63	0.71	0.46	0.46
		Desv. Estándar	0.21	0.14	0.19	0.20	0.17
Práctica profesional	Sin práctica (n=115)	Media	0.52	0.62	0.70	0.44	0.45
		Desv. Estándar	0.20	0.15	0.18	0.20	0.15
	En práctica (n=124)	Media	0.48	0.63	0.76	0.48	0.47
		Desv. Estándar	0.22	0.14	0.17	0.21	0.18

Nota: I1= Realiza búsquedas de información accediendo a diferentes fuentes de diversa tipología; I2= Utiliza software de apoyo para la realización de actividades de enseñanza-aprendizaje; I3=Diseña actividades de enseñanza-aprendizaje donde contempla el uso de tecnología digital; I4=Utiliza recursos digitales para el seguimiento y evaluación del alumnado; I5= Utiliza las tecnologías digitales para trabajo en el aula.

Tabla 5

Resultados por indicador 6 al 10 según sexo, tipo de programa FID y práctica (n=239)

Variables	Atributos	Descriptivos	I 6	I 7	I 8	I 9	I 10
Dimensión	General (n=239)	Media	0.62	0.56	0.62	0.41	0.60
		Desv. Estándar	0.23	0.21	0.14	0.20	0.14
Sexo	Masculino (n=94)	Media	0.64	0.54	0.63	0.44	0.62
		Desv. Estándar	0.23	0.23	0.13	0.21	0.13
	Femenino (n=145)	Media	0.61	0.56	0.61	0.40	0.59
		Desv. Estándar	0.24	0.20	0.14	0.19	0.15
Programa FID	Primaria (n=58)	Media	0.58	0.55	0.58	0.41	0.59
		Desv. Estándar	0.23	0.20	0.14	0.18	0.16
	Secundaria (n=181)	Media	0.63	0.56	0.63	0.42	0.61
		Desv. Estándar	0.23	0.21	0.13	0.21	0.14
Práctica profesional	Sin práctica (n=115)	Media	0.62	0.55	0.61	0.42	0.62
		Desv. Estándar	0.24	0.22	0.13	0.20	0.14
	En práctica (n=124)	Media	0.62	0.56	0.62	0.41	0.59
		Desv. Estándar	0.23	0.20	0.14	0.20	0.15

Nota: I6=Selecciona y evalúa recursos y herramientas para el trabajo en el aula; I7=Respeto los derechos de autor y utiliza las tecnologías digitales personales de forma responsable y segura; I8=Utiliza tecnologías digitales para comunicarse y compartir sus conocimientos; I9=Utiliza diferentes aplicaciones para gestionar contenidos y acceder a la información; I10=Realiza actividades de formación relacionadas con las tecnologías digitales.

Los mayores niveles de logro se ubican en el indicador 3 “Diseña actividades de enseñanza-aprendizaje donde contempla el uso de tecnología digital” (promedio general $M= 0.73$), sexo (mujeres $M= 0.73$), tipo de programa (primaria $M= 0.80$) y participación en práctica profesional (en práctica $M= 0.76$). Los niveles de logro más bajos se encuentran en el indicador 9 “Utiliza diferentes aplicaciones para gestionar contenidos y acceder a la información”, en las mismas variables y atributos (promedio general $M= 0.41$), sexo (mujeres $M= 0.40$), tipo de programa (primaria $M= 0.41$) y práctica profesional (en práctica $M= 0.41$).

Comparación sexo, tipo de programa de FID y participación en práctica profesional

Debido al incumplimiento del supuesto de normalidad de las variables analizadas, la comparación de las dimensiones e indicadores fue desarrollado a través de la prueba no paramétrica U Mann-Whitney. Los resultados del análisis de las dimensiones sólo muestran diferencias estadísticamente significativas según sexo en la dimensión 1 “Didáctica, curricular y metodológica” a favor de las mujeres ($Mdn= 0.59$) versus hombres ($Mdn= 0.57$) $U = 5662, p = 0.02$, observándose un valor del tamaño del efecto pequeño ($d = 0.289$).

Por otra parte, el análisis de los indicadores da cuenta de que el indicador 3 “Diseña actividades de enseñanza-aprendizaje donde contempla el uso de tecnología digital” presenta diferencias significativas en las tres variables de comparación con tamaños del efecto entre pequeños a medianos. En sexo a favor de las mujeres ($Mdn= 0.81$) versus hombres ($Mdn= 0.68$), $U = 5023, p = < 0.01, d = 0.455$, mientras que en tipo de programa a favor de los estudiantes de primaria ($Mdn = 0.81$) por sobre los de secundaria ($Mdn= 0.75$), $U = 6625, p = < 0.01, d = 0.396$. En la variable práctica hay diferencias a favor de los estudiantes en práctica ($Mdn= 0.78$), versus los sin práctica ($Mdn= 0.68$), $U = 5642, p = < 0.01, d = 0.366$.

De manera complementaria, el análisis del indicador 8, “Utiliza tecnologías digitales para comunicarse y compartir sus conocimientos” muestra diferencias significativas según tipo de programa a favor de los estudiantes de secundaria ($Mdn = 0.62$) por sobre los de primaria ($Mdn = 0.56$), $U = 4301, p = 0.03, d = 0.260$ (efecto pequeño).

Discusión y Conclusiones

En esta investigación se logró describir los niveles de CDD en estudiantes de pedagogía chilenos, observándose bajos niveles de logro para los indicadores evaluados. Además, se analizaron las diferencias en CCD según sexo, tipo de programa de FID y participación en práctica profesional. En relación con los niveles de CDD, los resultados muestran valores de 59% en la dimensión 3 “Aspectos éticos, legales y seguridad” y 51% de la dimensión 4 “Desarrollo personal y profesional”. Las dos dimensiones relacionadas a los aspectos pedagógicos D1 “Didáctica, curricular y metodológica” y D2 “Planificación, organización y gestión de espacios y recursos tecnológicos digitales”, se encuentran con valores de 58% y 54% de logro respectivamente.

Los resultados para el nivel de CDD en la muestra estudiada se diferencian con los obtenidos en estudios de percepción de competencias TD en FID. En estos últimos, el nivel de desarrollo aparece notoriamente más alto en los diferentes niveles, ya que los estudiantes de pedagogía de Chile perciben un manejo de TD mayor en relación con el que están realmente capacitados (Ascencio et al., 2016; Ayala-Pérez & Joo-Nagata, 2019; Badilla et al., 2013). Aspecto que también se presenta en estudios de percepción de la CDD en otros países y contextos (Cappuccio et al., 2016; Colomer et al., 2018; Esteve-Mon et al., 2016b, Fernández-Cruz & Fernández-Díaz, 2016; García-Valcárcel & Martín del Pozo, 2016; Lemon & Garvis, 2016). Los resultados también difieren de los encontrados en estudios con docentes en ejercicio. En efecto, un estudio de autopercepción realizado por el MINEDUC determinó que un 77% se califica en un nivel superior (MINEDUC, 2016). En tanto, en un estudio que mide las habilidades tecnológicas de los futuros docentes de educación primaria y parvularia se evidencia que sólo el 58% de los egresados presentan niveles aceptables (Canales & Hain, 2017).

Respecto al análisis de las diferencias en CCD, por dimensiones, sólo se observa diferencia en la dimensión 1 “Didáctica, curricular y metodológica” según sexo. Esto implica que hay un porcentaje significativamente mayor de mujeres que alcanza niveles más altos de competencias -en esta dimensión- respecto a los hombres. Aspecto que es coincidente con la prueba ICILS (International Computer and Information Literacy Study), en donde las adolescentes chilenas presentan un mayor nivel de autoeficacia computacional que los adolescentes (Fraillon et al., 2014). Por otra parte, no se observan -en este estudio- diferencias por dimensiones, de acuerdo con el tipo de programa de FID y participación en práctica profesional.

A nivel de indicadores, se observan diferencias estadísticamente significativas en dos de los diez aspectos evaluados. En el caso del indicador 3 “Diseña actividades de enseñanza-aprendizaje donde contempla el uso de tecnología digital” hay diferencias significativas en las tres variables en estudio: En sexo a favor de las mujeres; en tipo de programa a favor de educación primaria; y en práctica a favor de quienes sí la realizan. En el caso del indicador 8, “Utiliza tecnologías digitales para comunicarse y compartir sus conocimientos”, hay diferencias significativas para la variable tipo de programa, a favor de los futuros docentes de secundaria. Pese a estas diferencias, se observa que en la mayoría de los indicadores no hay diferencias estadísticamente significativas, dando cuenta, al igual que en otro estudio chileno, que los estudiantes de pedagogía son un grupo más o menos homogéneo en su CDD (Ayala-Pérez & Joo-Nagata, 2019). Lamentablemente esta homogeneidad da cuenta de niveles bajos de CDD, aspecto que debe ser objeto de análisis para incentivar un mayor desarrollo de esta competencia considerada fundamental para el aprendizaje permanente y el ejercicio profesional de los futuros docentes.

La información presentada en este estudio permite a las instituciones formadoras de docentes identificar áreas críticas en la formación de CDD. Al respecto es fundamental que estas instituciones potencien en los estudiantes de pedagogía, los aspectos evidenciados como más deficitarios para poder integrar las TD a su futura práctica profesional. Además, las diferencias de CDD que se observan en las variables sexo y tipo de programa de FID deben considerarse en las actividades académicas a objeto de promover entre los futuros educadores adecuados niveles de CDD. Otro

aporte de este estudio es la evidencia de que la introducción de prácticas profesionales en FID es un aspecto que parece promover la CDD lo que constituye un reforzamiento a la incorporación de prácticas tempranas en la FID. Sin embargo, tal como indican Garrido, et. al. (2008) debe resignificar el aporte de las TD en las prácticas profesionales, para construir ambientes de aprendizaje que les permitan incorporar de una manera más efectiva las tecnologías en su ejercicio docente. Las TD brindan oportunidades para la innovación pedagógica, pero por sí solas no generan mejoras en el aprendizaje (Fullan & Langworthy, 2014).

Este estudio evidencia que los estudiantes de FID chilenos no alcanzan niveles de CDD que garanticen un uso efectivo de las TD en su futuro desempeño docente y desarrollo profesional. Resultados similares en estudiantes de pedagogía chilenos se encontraron en diversos estudios (Flores-Lueg & Roig-Vila, 2019; Badilla et al., 2013; Ascencio et al., 2016). La insuficiente competencia en tecnologías por parte del docente es una barrera que inhibe su uso para la implementación en el aula y el desarrollo profesional (UNESCO, 2013). Por otra parte, adquirir una adecuada CDD es fundamental para el incremento de la confianza en el uso de las TD (Suárez et al., 2010). Existe una correlación positiva entre la CD y la CDD, y entre esta última y la calidad de las innovaciones que utilizan las tecnologías en la docencia (INTEF, 2017).

Un aspecto que es necesario considerar en las políticas públicas es la incorporación efectiva de la CDD en la formación de los futuros docentes. Formar en CDD debería ser parte de la planificación explícita en los currículos de las carreras docentes (UNESCO, 2013). Aspecto que debería ser acompañado de una posición destacada de la competencia digital en los planes de estudio pedagógicos (Hrytsenchuk et al., 2018; Instefjorda & Muntheb, 2016). A través de la evaluación de la CDD podemos ver las necesidades de formación existentes, permitiendo desarrollar programas encaminados a formar al profesorado en CDD (De los Santos & Martínez, 2021).

Se promueve que, más allá de las asignaturas relacionadas a las TD y el lugar que éstas ocupen en la malla formativa, se incentive sistemáticamente un uso transversal de las TIC en el proceso formativo de los futuros docentes (Hepp, 2012). Fomentar la CDD en la formación docente permitirá incentivar tanto un uso académico en su formación profesional como una incorporación efectiva en su futura práctica docente. Esta cuestión influirá, por lo tanto, en la educación no sólo a corto plazo, sino que también en el mediano y largo plazo.

Para mejorar los resultados en el nivel de logro de la CDD, durante la formación de los estudiantes de pedagogía, es necesario considerar la evidencia obtenida de diversas investigaciones. Incorporar en la formación experiencias para vivenciar ambientes de aprendizaje mediados por las TD que incorporen la reflexión, uso de recursos digitales, evaluaciones innovadoras y metodologías activas, para un desarrollo integral de la CDD (Rokenes & Krumsvik, 2016). Utilizar los entornos virtuales de aprendizaje para programas de FID que fomenten la CDD y además las competencias para la formación online (Desilets et al., 2017; Tomte et al., 2015). Se espera que esta investigación sea un aporte, a considerar, en el área de la revisión permanente de la calidad de la FID en el área de la competencia digital (Gudmundsdottir & Hatlevik, 2018). Se espera que este estudio aporte, por tanto, a corto plazo a la formación profesional docente, y en el

mediano y largo plazo, al mejoramiento de la educación de los niños, niñas y jóvenes que serán los estudiantes de los futuros docentes.

Limitaciones

Pese a los aportes de este estudio, existen diversas limitaciones que deben considerarse. La primera de ellas dice relación con que en Chile existen cerca de 80.000 estudiantes matriculados en carreras de pedagogía (Comisión Nacional de Acreditación, 2018), por lo que sería interesante realizar un estudio con una muestra aleatoria representativa y no intencionada como este estudio. Sin embargo, se trató de subsanar este aspecto invitando a universidades de distintas zonas geográficas. Por otra parte, en esta investigación las variables en estudio -que se relacionan con CDD- son las que se ha observado que podrían afectar esta competencia, sin embargo, podría ser interesante incorporar otras variables que también podrían estar vinculadas a un mayor o menor desarrollo de CDD. De este modo, hay varias investigaciones futuras que podrían desarrollarse.

Prospectiva

El problema de la inserción de TD en la FID, es de alto interés en la comunidad científica a nivel global. Investigaciones futuras podrían permitir probar el instrumento que se utilizó en este estudio en otros contextos y con docentes en formación de distintos programas. Por ejemplo, se podrían realizar estudios comparados entre países latinoamericanos, europeos y otras latitudes, o con estudiantes de otros programas de formación, como Educación Parvularia, o Pedagogía en Educación Diferencial. También, dada la conformación en Chile de la educación universitaria en ámbito público y privado, resultaría relevante comparar los resultados entre la formación docente en estos dos tipos de universidades. Por último, sería interesante orientar las investigaciones, siguiendo a Pettersson (2018), abordando la relación de la competencia digital en la formación inicial desde visiones del liderazgo organizacional, incluyendo nuevos enfoques que mejoren esta competencia en la formación de futuros maestros y desarrollar estudios que generen marcos teóricos explicativos de estos procesos.

Agradecimientos

Este trabajo ha sido financiado por la Agencia Nacional de Investigación e Innovación (ANII) de Uruguay y la Fundación Ceibal, a través del fondo sectorial para la educación (Inclusión Digital, 2016): Proyecto “Estudio comparado de las competencias digitales para aprender y enseñar en docentes en formación en Uruguay y Chile”.

Conflicto de intereses

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

Contribuciones de los autores

Conceptualización, Juan Silva y Rosa Fernández; metodología, Cristian Cerda y Miriam León; análisis de los resultados, Cristian Cerda; diseño de la investigación, Juan Silva; análisis de datos,

Cristian Cerda; Discusión y conclusiones, Juan Silva y Cristian Cerda; redacción del borrador original, Juan Silva; redacción, revisión y edición, Miriam León y Rosa Fernández.

Referencias

- Ascencio, P., Garay, M., y Seguic, E. (2016). Formación Inicial Docente (FID) y Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) en la Universidad de Magallanes, Patagonia Chilena. *Digital Education Review*, 30, 135-146. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5772410>
- Ayala-Perez, T., y Joo-Nagata, J. (2019). The digital culture of students of pedagogy specialising in the humanities in Santiago de Chile. *Computers & Education*, 133, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.01.002>
- Badilla-Quintana, M., Jiménez-Pérez, L., y Careaga-Butter, M. (2013). Competencias TIC en Formación Inicial Docente: Estudio de caso de seis especialidades en la Universidad Católica de la Santísima Concepción. *Aloma. Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 31(1), 89-97. <http://www.revistaaloma.net/index.php/aloma/article/view/191/117>
- Brun, M. (2011). *Las tecnologías de la información y las comunicaciones en la formación inicial docente de América Latina*. CEPAL. <https://bit.ly/3AZzD2G>
- Canales, R., y Hain, A. (2017). Política de informática educativa en Chile: Uso, apropiación y desafíos a nivel investigativo. En R. Cabello & A. López (Eds.), *Contribuciones al estudio de procesos de apropiación de tecnologías* (1a ed., pp. 131-143). Ediciones del gato gris.
- Cappuccio, G., Compagno, G., y Pedone, F. (2016). Digital competence for the improvement of special education teaching. *Journal of e-Learning and Knowledge Society*, 12(4), 93-108. <https://www.learntechlib.org/p/173669/>
- Castañeda, L., Esteve, F., y Adell, J. (2018). ¿Por qué es necesario repensar la competencia docente para el mundo digital? *Revista de Educación a Distancia*, 56, Artículo 6. <https://doi.org/10.6018/red/56/6>
- Cohen, L., Manion, L., y Morrison, K. (2007). *Research Methods in Education* (6th ed.). Routledge Falmer.
- Colomer, J., Sáiz, J., y Bel, J. (2018). Competencia digital en futuros docentes de Ciencias Sociales en Educación Primaria: análisis desde el modelo TPACK framework. *Educatio Siglo XXI*, 36(1), 107- 128. <https://doi.org/10.6018/j/324191>
- Comisión Nacional de Acreditación. (2018). *Carreras de pedagogía: Análisis de fortalezas y debilidades en el escenario actual*. Comisión Nacional de Acreditación (CNA). <https://bit.ly/3ATttRO>
- Cortés, I., y Hirmas, C. (2016). *Experiencias de innovación educativa en la formación práctica de carreras de pedagogía en Chile*. Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. <https://bit.ly/30zzsyN>
- De los Santos, M., y Martínez, F. (2021). Las competencias informacionales observadas y auto-percibidas en el profesorado iberoamericano. *Revista Interuniversitaria*

- de *Formación del Profesorado* 96(35.1), 163-184.
<https://doi.org/10.47553/rifop.v96i35.1.81358>
- Desilets, M., Larson, C., Filkins, M., y DeJonghe, J. (2017). Forging connections in digital spaces: Teaching information literacy skills through engaging online activities. In T. Maddison & M. Kumaran (Eds.), *Distributed learning pedagogy and technology in online information literacy instruction* (pp.205-219).
<https://doi.org/10.1016/B978-0-08-100598-9.00011-8>
- Esteve-Mon, F., Cela-Ranilla, J., y Gisbert-Cervera, M. (2016a). ETeach3D: Designing a 3D virtual environment for evaluating the digital competence of preservice teachers. *Journal of Educational Computing Research*, 54(6), 816-839.
<https://doi.org/10.1177/0735633116637191>
- Esteve-Mon, F., Gisbert-Cervera, M., y Lázaro-Cantanabra, J. L. (2016b). La competencia digital de los futuros docentes: ¿Cómo se ven los actuales estudiantes de educación? *Perspectiva Educacional*, 55(2), 38-54.
<https://doi.org/10.4151/07189729-Vol.55-Iss.2-Art.412>
- European Commission. (2006). *Key competencies for lifelong learning: European reference framework*. Office for Official Publications of the European Communities. <https://bit.ly/3n56PRC>
- Fernández-Cruz, F. J., y Fernández-Díaz, M. J. (2016). Los docentes de la generación Z y sus competencias digitales. *Comunicar*, 46(XXIV), 97-105.
<https://doi.org/10.3916/C46-2016-10>
- Flores-Lueg, C., y Roig-Vila, R. (2017). Gender and its impact on pedagogy students' self-perceived digital competence. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation* (8), 79-96.
<https://www.upo.es/revistas/index.php/IJERI/article/view/2429/2093>
- Flores-Lueg, C., y Roig-Vila, R. (2019). Factores personales que inciden en la autovaloración de futuros maestros sobre la dimensión pedagógica del uso de TIC. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 10(27), 151-171.
<https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2019.27>
- Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T., y Gebhardt, E. (2014). Students' use of and engagement with ICT at home and school. In J. Fraillon, J. Ainley, W. Schulz, T. Friedman, & E. Gebhardt (Eds.), *Preparing for life in a digital age: The IEA International Computer and Information Literacy Study International Report* (pp. 125-166). Springer International Publishing.
- Fraser, J., Atkins, L., y Hall, R. (2013). *DigiLit Leicester. Supporting teachers, promoting digital literacy, transforming learning*. Leicester City Council.
<https://bit.ly/2LDzSMw>
- Fullan, M., y Langworthy, M. (2014). *Una rica veta. Cómo las nuevas pedagogías logran el aprendizaje en profundidad*. Pearson.
- Gabarda, V., Rodríguez, A., y Moreno, M.D. (2017). La competencia digital en estudiantes de magisterio. Análisis competencial y percepción personal del futuro maestro. *Educatio Siglo XXI*, 35(2), 253-274.
<https://doi.org/10.6018/j/298601>
- García-Valcárcel, A., y Martín del Pozo, M. (2016). Análisis de las competencias digitales de los graduados en titulaciones de maestro. *RELATEC, Revista Latinoamericana*

- de Tecnología Educativa*, 15(2), 155-168. <https://doi.org/10.17398/1695-288X.15.2.155>
- Garrido, J., Gros, B., Rodríguez, J., Silva, J., y Nervi, H. (2008). Más allá de laptops y pizarras digitales: La experiencia chilena de incorporación de TIC en la formación inicial de docentes. *Calidad en la Educación*, 29, 196-209. <https://doi.org/10.31619/caledu.n29.193>
- Gómez, I. M. (2016). La adquisición del conocimiento base del docente en ciencias sociales a través del modelo de enseñanza y aprendizaje TPACK en la formación inicial del profesorado con tecnología. *Revista Internacional de Investigación en Didáctica de las Humanidades y Ciencias*, 3, 123-138. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5833871>
- González-Geraldo, J. L., Monroy, F., y Del Rincón, B. (2021). Impacto de un programa de desarrollo docente universitario español en los enfoques de enseñanza. Propiedades psicométricas de la escala S-ATI-20. *Educación XX1*, 24(1), 213-232. <https://doi.org/10.5944/educXX1.26725>
- Gudmundsdottir, G. B., y Hatlevik, O.E. (2018). Newly qualified teachers' professional digital competence: Implications for teacher education. *European Journal of Teacher Education*, 41(2), 214-231. <https://doi.org/10.1080/02619768.2017.1416085>
- He, T., y Zhu, C. (2017). Digital informal learning among Chinese university students: The effects of digital competence and personal factors. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 14, Article 44. <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0082-x>
- Hepp, P. (2012). *Caracterización de buenas prácticas en formación inicial docente en TIC*. Red Latinoamericana de Portales Educativos. <https://bit.ly/3ITY2Cv>
- Hrytsenchuk, O., Ivanyuk, I., Kravchyna, O., Malytska, I., Ovcharuk, O., y Soroko, N. (2018). European experience of the teacher's digital competence development in the context of modern educational reforms. *Information Technologies and Learning Tools*, 65(3), 316-336. <https://doi.org/10.33407/itlt.v65i3.2387>
- Instefjorda, E., y Muntheb, E. (2016). Preparing pre-service teachers to integrate technology: An analysis of the emphasis on digital competence in teacher education curricula. *European Journal of Teacher Education*, 39(1), 77-93. <https://doi.org/10.1080/02619768.2015.1100602>
- INTEF. (2017). *Marco común de Competencia Digital Docente*. Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación de Profesorado. Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, España. <https://bit.ly/1Y88rd6>
- ISTE (2016). *International Society for Technology in Education standards for students*. National Educational Technology. <https://bit.ly/3x1k3mp>
- Lázaro-Cantabrana, J. L., y Gisbert, M. (2015). Elaboración de una rúbrica para evaluar la competencia digital del docente. *Universitas Tarraconensis*, 1, 30-47. <https://doi.org/10.17345/ute.2015.1.648>
- Lázaro-Cantabrana, J., Usart-Rodríguez, M., y Gisbert-Cervera, M. (2019). Assessing teacher digital competence: The construction of an instrument for measuring the knowledge of pre-service teachers. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(1), 73-78. <https://doi.org/10.7821/naer.2019.1.370>

- Lemon, N., y Garvis, S. (2016). Pre-service teacher self-efficacy in digital technology. *Teachers and Teaching*, 22(3), 387-408. <https://doi.org/10.1080/13540602.2015.1058594>
- Margaryan, A., Littlejohn, A., y Voijt, G. (2011). Are digital natives a myth or reality? University students' use of digital technologies. *Computers & Education*, 56(2), 429-440. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2010.09.004>
- Miguel-Revilla, D., Martínez-Ferreira, J. M., y Sánchez-Agustí, M. (2020). Assessing the digital competence of educators in social studies: An analysis in initial teacher training using the TPACK-21 model. *Australasian Journal of Educational Technology*, 36(2), 1-12. <https://doi.org/10.14742/ajet.5281>
- MINEDUC. (2008). *Estándares TIC para la formación inicial docente: Una propuesta en el contexto chileno*. Ministerio de Educación de Chile. <https://bit.ly/3aPhFFt>
- MINEDUC. (2011). *Competencias y estándares TIC para la profesión docente*. Ministerio de Educación de Chile. <https://bit.ly/2Q0zmqm>
- MINEDUC. (2016). *Docentes en Chile: Conocimiento y uso de las TIC 2014*. Ministerio de Educación de Chile. <https://bit.ly/2VB8jls>
- Ministerio de Educación Nacional Colombia. (2013). *Competencias TIC para el desarrollo profesional docente*. Ministerio de Educación Nacional de Colombia. <https://bit.ly/3lWr09W>
- Miralles-Martínez, P., Gómez-Carrasco, C., Arias-González, V., y Fontal-Merillas, O. (2019). Recursos digitales y metodología didáctica en la formación inicial de docentes de Historia. *Comunicar*, 61(XXVII), 45-56. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-04>
- Pettersson, F. (2018). On the issues of digital competence in educational contexts—a review of literature. *Education and Information Technologies*, 23, 1005-1021. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9649-3>
- Redecker, C., y Punie, Y. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Luxembourg Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/178382>
- Rizza, C. (2011). *ICT and Initial teacher education: National policies*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/5kg57kjj5hs8-en>
- Rohatgi, A., Scherer, R., y Hatlevik, O. (2016). The role of ICT self-efficacy for students' ICT use and their achievement in a computer and information literacy test. *Computers & Education*, 102, 103-116. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.08.001>
- Rokenes, F., y Krumsvik, R. (2016). Prepared to teach ESL with ICT? A study of digital competence in Norwegian teacher education. *Computers & Education*, 97, 1-20. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.02.014>
- Rosman, T., Mayer, A.-K., y Krampen, G. (2015). Combining self-assessments and achievement tests in information literacy assessment: Empirical results and recommendations for practice. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 40(5), 740-754. <https://doi.org/10.1080/02602938.2014.950554>
- Silva, J., Miranda, P., Gisbert, M., Morales, M., y Onetto, A. (2016). Indicadores para evaluar la competencia digital docente en la formación inicial en el contexto

- Chileno – Uruguayo. *RELATEC: Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 15(3), 55-68. <http://doi.org/10.17398/1695-288X.15.3.55>
- Silva, J., Morales, M.J., Lázaro-Cantabrana, J.L., Gisbert, M., Miranda, P., Rivoir, A., y Onetto, A. (2019). La competencia digital docente en formación inicial: Estudio a partir de los casos de Chile y Uruguay. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 27(93). <https://doi.org/10.14507/epaa.27.3822>
- Suárez, J., Almerich, G., Gargallo, B., y Aliaga, F. (2010). Competencias en TIC del profesorado y su relación con el uso de los recursos tecnológicos. *Archivos Analíticos de Políticas Educativas*, 18(10), 1-33. <https://doi.org/10.14507/epaa.v18n10.2010>
- Tapia, H., Campaña, K., y Castillo, R. (2020). Análisis comparativo de las asignaturas TIC en la formación inicial de profesores en Chile entre 2012 y 2018. *Perspectiva Educacional*, 59(1), 4-29. <http://doi.org/10.4151/07189729-vol.59-iss.1-art.963>
- Thompson, P. (2013). The digital natives as learners: Technology use patterns and approaches to learning. *Computers & Education*, 65, 12-33. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.12.022>
- Tomte, C., Enochsson, A., Buskqvist, U., y Karstein, A. (2015). Educating online student teachers to master professional digital competence: The TPACK-framework goes online. *Computers & Education*, 84, 26-35. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2015.01.005>
- UNESCO. (2013). *Enfoques estratégicos sobre las TICs en educación en América Latina y el Caribe*. OREALC/UNESCO. <https://bit.ly/3DVArrq>
- UNESCO. (2018). *ICT competency framework for teachers*. UNESCO. <https://bit.ly/3lSOck9>
- Yachina, N., Khurmatullina, R., y Cardenas, O. (2017). Development of digital competence of teacher to be in the educational space of the university. *Herald National Academy of Managerial Staff of Culture and Arts*, 4, 201-204. <https://kpfu.ru/staff files/F1193630907/PDF.pdf>