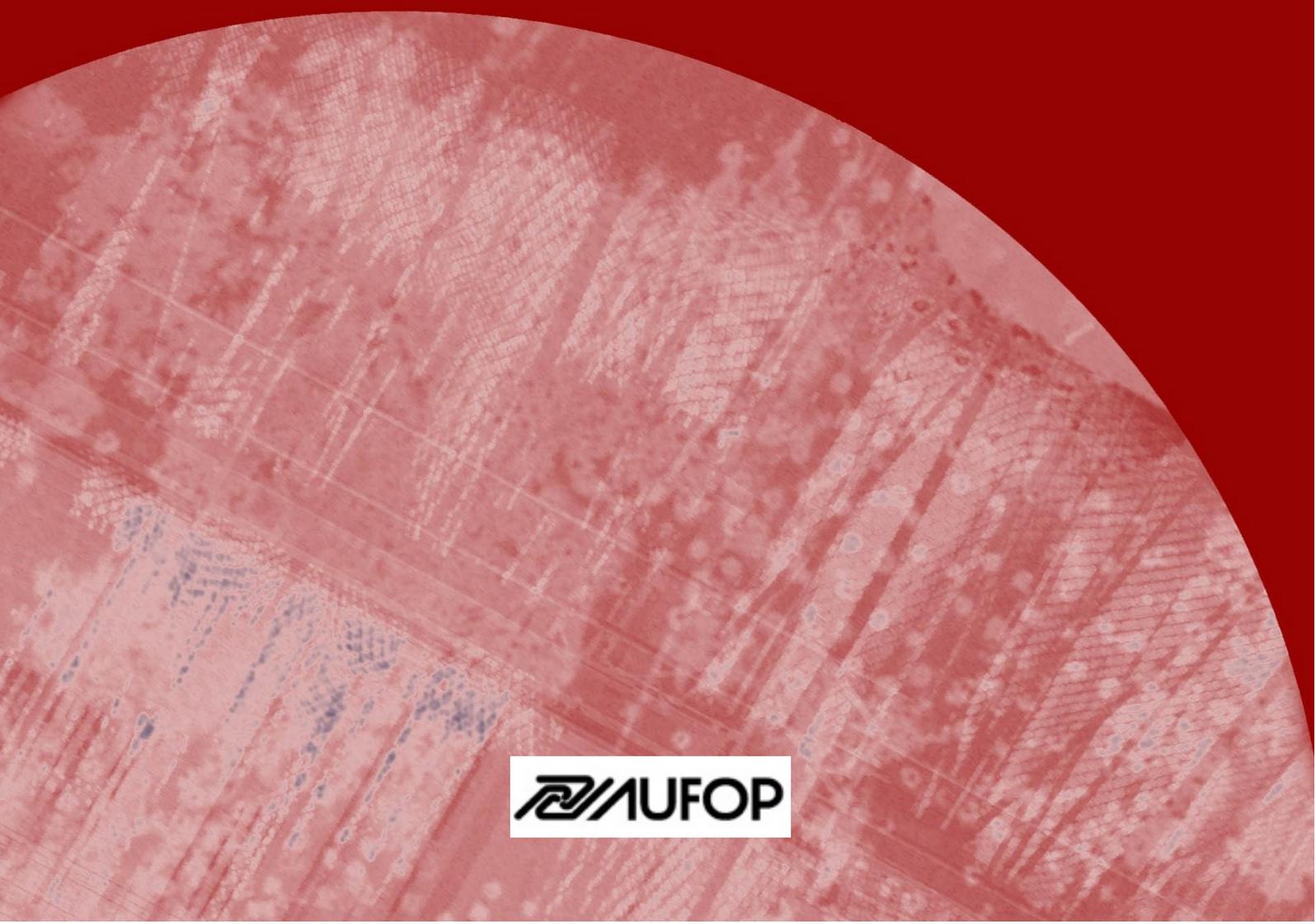


# Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado

CONTINUACIÓN DE LA ANTIGUA REVISTA DE ESCUELAS NORMALES

98 (37.2) JULIO 2023



**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 98 (37.2)

*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 (cigomez@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

DEPÓSITO 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  
ÁNGEL ALSINA

Número 98 (37.2)  
ISSN 0213-8646 | E-ISSN 2530-3791

## ÍNDICE

### *Didáctica de la Matemática en la formación de maestros*

Análisis didáctico en la formación de maestros basado en las herramientas del Enfoque ontosemiótico. El caso de lecciones de proporcionalidad	
<i>María Burgos Navarro, María José Castillo y Juan D. Godino.....</i>	11
Explorando nuevas estrategias de formación del profesorado de matemáticas: un enfoque ampliado del Lesson Study para el desarrollo profesional en la Escuela Andorrana	
<i>Luis j. Rodríguez-Muñiz, Álvaro Aguilar-González, Marlén Alonso-Castaño, Itziar García-Honrado, Esther Lorenzo-Fernández y Laura Muñiz-Rodríguez...</i>	35
Tareas en la formación inicial de maestros para la construcción de conocimiento especializado para la enseñanza de las matemáticas	
<i>M.ª Isabel Pascual Martín, Nuria Climent Rodríguez, Myriam Codes Valcarce, Juan Pedro Martín Díaz y Luis Carlos Contreras González.....</i>	55
Transformando el conocimiento para enseñar matemáticas de docentes en formación de educación infantil a través del diseño de tareas	
<i>Ángel Alsina, Nataly Pincheira y Rosa Delgado-Rebolledo.....</i>	73
Formación permanente nacional y autonómica del profesorado de matemáticas de educación primaria en España	
<i>Alicia Martínez-González y Alba Santamaría-Herrera.....</i>	95
El desarrollo de la competencia mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes durante los períodos de práctica	
<i>Ceneida Fernández, Pedro Ivoars y Salvador Llinares.....</i>	127

ARAMAT: descripción y análisis del impacto de un programa de formación continua del profesorado de matemáticas	
<i>Enric Castellà Carlos, Silvia Margelí Völp y Montserrat Torra Bitlloch.....</i>	147
La modelización matemática en la formación del profesorado: experiencias con los REI-FP para educación primaria	
<i>Berta Barquero.....</i>	165
Twitter y desarrollo profesional del futuro profesorado de matemáticas: percepciones de uso e intereses	
<i>Pablo Beltrán-Pellicer, Sergio Martínez-Juste y José M. Muñoz-Escolano.....</i>	187
Transformando las actitudes hacia la estadística y su enseñanza: un estudio exploratorio con maestras de educación infantil	
<i>Claudia Vásquez.....</i>	207

### Miscelánea

Estudio comparativo del nivel de habilidad de abstracción en estudiantes de pregrado y postgrado, para el desarrollo de estrategias de pensamiento de alto nivel cognitivo	
<i>Margarita Aravena-Gaete, David Ruete Zúñiga, Diana Flores Nova y José Moncada Sánchez.....</i>	229
Álbumes ilustrados para trabajar las migraciones. Una propuesta interdisciplinar para la formación del profesorado de Educación Primaria	
<i>Amaia Serrano-Mariezkurrena y Ursula Luna.....</i>	253
Representaciones del profesorado en formación de Ciencias Sociales sobre su capacitación docente para enseñar el cambio climático	
<i>Álvaro-Francisco Morote Seguido, Rafael Sebastiá Alcaraz y Emilia María Tonda Monllor.....</i>	271
Percepciones del profesorado ante el uso de simuladores virtuales en el aula de ciencias	
<i>Jorge Pozuelo Muñoz, Jorge Martín García, Beatriz Carrasquer Álvarez y Esther Cascarosa Salillas.....</i>	291
Hábitos lectores del profesorado de Educación Primaria en formación inicial, con perspectiva de género	
<i>Lucía Mirete, Encarna Bas-Peña y Javier J. Maquilón.....</i>	313

# **Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado**

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

Coordinador  
ÁNGEL ALSINA

Número 98 (37.2)  
ISSN 0213-8646 | E-ISSN 2530-3791

## INDEX

### *Didactics of Mathematics in teacher training*

Didactic analysis in teacher training based on the onto-semiotic approach tools. The case of proportionality textbook lessons on proportionality	
<i>María Burgos Navarro, María José Castillo y Juan D. Godino.....</i>	11
Exploring new strategies for mathematics teacher training: an expanded approach to Lesson Study for professional development in the Andorran school	
<i>Luis j. Rodríguez-Muñiz, Álvaro Aguilar-González, Marlén Alonso-Castaño, Itziar García-Honrado, Esther Lorenzo-Fernández y Laura Muñiz-Rodríguez...</i>	35
Tasks for the construction of specialised knowledge for mathematics teaching in preservice teacher education	
<i>M.ª Isabel Pascual Martín, Nuria Climent Rodríguez, Myriam Codes Valcarce, Juan Pedro Martín Díaz y Luis Carlos Contreras González.....</i>	55
Transforming the mathematics teaching knowledge of preservice early childhood education teachers through the design of tasks	
<i>Ángel Alsina, Nataly Pincheira y Rosa Delgado-Rebolledo.....</i>	73
Permanent training of mathematics teachers offered from the Autonomous Regions in Spain	
<i>Alicia Martínez-González y Alba Santamaría-Herrera .....</i>	95
The development of noticing students mathematical thinking competence during the traineeship period	
<i>Ceneida Fernández, Pedro Ivars y Salvador Llinares.....</i>	127

ARAMAT: description and analysis of the impact of an in-service training program for mathematics teachers	
<i>Enric Castellà Carlos, Silvia Margelí Völp y Montserrat Torra Bitlloch.....</i>	147
Mathematical modelling in teacher education: experience with the SRP-TE in primary school education	
<i>Berta Barquero.....</i>	165
Twitter And Professional Development Of Prospective Math Teachers: Perceptions Of Use And Interests	
<i>Pablo Beltrán-Pellicer, Sergio Martínez-Juste y José M. Muñoz-Escolano.....</i>	187
Transforming attitudes towards statistics and its teaching: an exploratory study with early childhood teachers	
<i>Claudia Vásquez.....</i>	207

### **Miscellany**

Comparative study of the abstraction skill level in undergraduate and graduate students	
<i>Margarita Aravena-Gaete, David Ruete Zúñiga, Diana Flores Nova y José Moncada Sánchez.....</i>	229
Picture books to work on migrations. An interdisciplinary proposal for Primary School teacher training	
<i>Amaia Serrano-Mariezkurrena y Ursula Luna.....</i>	253
Representations of Social Sciences teachers in training about their capacitation to teach climate change	
<i>Álvaro-Francisco Morote Seguido, Rafael Sebastián Alcaraz y Emilia María Tonda Monllor.....</i>	271
Title: Teachers' perceptions about the use of virtual simulators in the science classroom	
<i>Jorge Pozuelo Muñoz, Jorge Martín García, Beatriz Carrasquer Álvarez y Esther Cascarosa Salillas.....</i>	291
Reading habits of pre-service primary school teachers, with a gender perspective	
<i>Lucía Mirete, Encarna Bas-Peña y Javier J. Maquilón.....</i>	313

## Análisis didáctico en la formación de maestros basado en las herramientas del Enfoque ontosemiótico. El caso de lecciones de proporcionalidad

María BURGOS NAVARRO  
María José CASTILLO  
Juan D. GODINO

### Datos de contacto:

María Burgos Navarro  
Universidad de Granada  
[mariburgos@ugr.es](mailto:mariburgos@ugr.es)

María José Castillo  
Universidad de Costa Rica  
[mariajosecastilloc.24@gmail.com](mailto:mariajosecastilloc.24@gmail.com)

Juan D. Godino  
Universidad de Granada  
[jdogodino@gmail.com](mailto:jdogodino@gmail.com)

Recibido: 17/03/2023  
Aceptado: 05/06/2023

### **RESUMEN**

Una lección de un libro de texto muestra el proceso de instrucción planificado por el autor como medio para promover el aprendizaje de un contenido por parte de estudiantes potenciales. Valorar la idoneidad de una lección precisa de un análisis profundo que contemple la secuencia de prácticas operativas y discursivas que propone el autor para el desarrollo del contenido matemático, atender a cómo se gestionan los conocimientos previos requeridos e identificar elementos potencialmente conflictivos. En este trabajo se describen los resultados de una experiencia formativa con estudiantes del Grado de Educación Primaria destinada a desarrollar la competencia de análisis didáctico, empleando una lección de libro de texto sobre proporcionalidad. Se trata de que los estudiantes analicen las situaciones de enseñanza caracterizando los objetos y procesos como elementos constitutivos del contenido matemático (análisis ontosemiótico) a ser aprendido e identifiquen su papel en las posibles dificultades de aprendizaje (identificación de conflictos semióticos). El diseño, implementación y evaluación de la experiencia, están basados en la aplicación de herramientas teórico-metodológicas del Enfoque Ontosemiótico. El análisis de contenido de los informes entregados por los estudiantes pone de manifiesto sus dificultades para identificar los objetos (fundamentalmente proposiciones y argumentos) que se requieren o emergen de las prácticas, a través de los respectivos procesos matemáticos. Así mismo, la identificación de conflictos, especialmente aquellos referentes a aspectos epistémicos y cognitivos específicos de la proporcionalidad o su tratamiento no es suficientemente adecuada.

**PALABRAS CLAVE:** Formación de docentes; análisis didáctico; libro de texto; análisis ontosemiótico; proporcionalidad.

## ***Didactic analysis in teacher training based on the onto-semiotic approach tools. The case of proportionality textbook lessons on proportionality***

### **ABSTRACT**

A textbook lesson shows the instructional process planned by the author to promote the learning of content by potential students. Assessing the suitability of a lesson requires an in-depth analysis that considers the sequence of operative and discursive practices proposed by the author for developing the mathematical content, how the required prior knowledge is managed, and identifying potentially conflictive elements that the teacher must consider. This paper describes the results of a training experience with students for primary school teacher aimed at fostering the competence of didactical analysis, using a proportionality textbook lesson. The aim is for students to analyse teaching situations by characterising objects and processes as constituent elements of the mathematical content (onto-semiotic analysis) to be learned and to identify their role in possible learning difficulties (identification of semiotic conflicts). The design, implementation, and evaluation of the experience are based on the application of theoretical-methodological tools of the Onto-semiotic Approach. The content analysis of the reports produced by the students for teacher reveals their difficulties in identifying the objects (mainly propositions and arguments) that are required or emerge from the practices, through the respective mathematical processes. Accordingly, the identification of conflicts, especially those referring to specific epistemic and cognitive aspects of proportionality or their treatment is not sufficiently satisfactory.

**KEYWORDS:** Teacher training; didactical analysis; textbook; onto-semiotic analysis; proportionality.

### ***Introducción***

Desde diversas perspectivas de investigación en Educación Matemática se propone la reflexión sobre la práctica docente como una competencia clave para el desarrollo profesional y la mejora de la enseñanza (Gellert et al., 2013; Seckel & Font, 2020). Se asume que el docente debe tener los conocimientos matemáticos y didácticos para describir, explicar y valorar de manera sistemática los procesos instruccionales, así como ser competente en la aplicación de estos conocimientos para la mejora de la práctica profesional (Giacomone et al., 2018; Pino-Fan et al., 2015).

Ante esta demanda, investigaciones previas (Breda et al., 2017; Font et al., 2010; Pochulu et al., 2016) proponen la aplicación de las herramientas del Enfoque Ontosemiótico (EOS) del conocimiento y la instrucción matemáticos (Godino et al., 2007), para desarrollar en el profesorado la competencia específica de análisis e intervención didáctica. Esta competencia supone, entre otras, la capacidad del docente

para interpretar y analizar la actividad matemática puesta en juego al estudiar los contenidos matemáticos pretendidos o resolver problemas (competencia de análisis de significados), así como la competencia para la reflexión global sobre la práctica docente y su valoración crítica (competencia de análisis de la idoneidad didáctica) (Godino et al., 2017). En particular, la competencia para el análisis e intervención didáctica permite utilizar con criterio los materiales curriculares como guía para el diseño instruccional en un contexto determinado, valorando y efectuando las adaptaciones que solventen sus limitaciones (Yang & Liu, 2019).

Dentro de los materiales curriculares de uso preferente por el profesorado, continúa estando el libro de texto. Como sugieren Bel y Colomer (2018) “la importancia de este material didáctico no ha hecho más que aumentar en contextos como el europeo e iberoamericano, lo que a su vez ha llevado a una mayor preocupación por su estudio desde las esferas académicas” (p. 4). La influencia que poseen los libros de texto sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje ha motivado que desde la investigación en Educación Matemática se les consideren como objetos de estudios en sí mismos, y que se plantee analizar su calidad como un problema de investigación prioritario (Burgos et al., 2020; Fan et al., 2013; Wijaya et al., 2015).

Los docentes interpretan y actúan como mediadores de los contenidos incluidos en las lecciones de los textos que utilizan, por lo que deben disponer de los conocimientos y competencias necesarias para hacer un uso adecuado de estos recursos teniendo en cuenta las necesidades de sus estudiantes (Kim, 2007). Sin embargo, algunos docentes encuentran dificultades al analizar los libros de texto, no reconocen debilidades de contenido matemático o bien, cuando las identifican, realizan modificaciones inoportunas que alteran su sentido (Braga & Belver, 2016; Yang & Liu, 2019). Ante esta situación, es importante que los programas de formación de profesorado impulsen a cuestionar la calidad de los materiales en base a criterios de evaluación, e incluso, a adaptarlos a sus necesidades. El docente que decida usar un libro de texto debe ser capaz de analizarlos productivamente, adoptando una posición crítica (Braga & Belver, 2016). El análisis didáctico de la lección permite obtener conocimientos didáctico-matemáticos que orientan al profesorado en la toma de decisiones sobre la gestión del texto (Godino et al., 2017). Además, constituye un potente recurso con el que los formadores pueden implicar a los futuros docentes en los procesos de reflexión sobre la complejidad que caracteriza la realidad educativa (Braga & Belver, 2016).

En este artículo se describe el diseño e implementación de una experiencia con estudiantes del Grado de Educación Primaria, centrada en el desarrollo de la competencia de análisis e intervención didáctica por medio del análisis de lecciones de libros de texto. Analizar la calidad de los libros según su capacidad para ayudar al alumnado a lograr los objetivos de aprendizaje, supone un primer análisis profundo que contemple la secuencia de prácticas operativas, discursivas y normativas que propone el autor para el desarrollo del contenido matemático y cómo se contemplan y gestionan los conocimientos previos requeridos. Se trata de que los docentes en

formación analicen las situaciones de enseñanza caracterizando los objetos y procesos como elementos constitutivos del contenido matemático (análisis ontosemiótico) a ser aprendido e identifiquen su papel en las posibles dificultades de aprendizaje (identificación de conflictos semióticos).

De modo específico, planteamos las siguientes cuestiones de investigación:

*¿De qué forma identifican los docentes en formación las prácticas, objetos y procesos presentes en las distintas configuraciones didácticas de una lección de un libro de texto?*

*¿Cómo repercute este análisis en el reconocimiento de conflictos epistémicos y cognitivos potenciales presentes en el proceso instruccional planificado?*

El contenido escogido para ejemplificar el método de análisis didáctico es la proporcionalidad. A pesar de su importancia tanto longitudinal como transversal a lo largo de toda la etapa educativa obligatoria, la proporcionalidad no suele recibir un tratamiento adecuado en los materiales (Ahl, 2016; Burgos et al., 2020; Shield & Dole, 2013). Así se observa en la mayoría de los textos de matemáticas de primaria, un uso indiscriminado y descontextualizado del algoritmo de la multiplicación en cruz, desprovisto de argumentos sobre las condiciones que permiten aplicar este procedimiento. Esto influye en que la enseñanza implementada en el aula aparezca sesgada hacia el aspecto algorítmico (Lamon, 2007), obstaculizando un adecuado razonamiento proporcional (Fernández & Llinares, 2012). Por tanto, adquiere especial importancia desarrollar en los docentes en formación la competencia para analizar críticamente las lecciones de libros de texto e identificar los elementos potencialmente conflictivos que requieran de una modificación de la trayectoria didáctica planificada en la lección, para lograr un adecuado razonamiento proporcional en los alumnos.

## **Marco teórico**

Para afrontar el desarrollo profesional del profesor de matemáticas, nos posicionamos desde la perspectiva del modelo de categorías de Conocimientos y Competencias Didáctico-Matemáticas (CCDM) del profesor de matemáticas (Godino et al., 2017) propuesto por el EOS. El modelo CCDM considera que las dos competencias claves del profesor de matemáticas para abordar los problemas didácticos básicos presentes en los procesos de enseñanza y aprendizaje, son la competencia matemática y la competencia de análisis e intervención didáctica. Para desarrollar esta última el docente necesita, por una parte, conocimientos que le permitan describir y explicar lo que ha sucedido en el proceso de estudio y, por otra, necesita conocimientos para valorar el proceso y hacer propuestas de mejora para futuras implementaciones (Godino et al., 2017). Esta competencia global se logra por medio de la articulación de cinco sub-competencias (Figura 1) asociadas a los distintos constructos teóricos y niveles de análisis de los procesos de instrucción propuestos por el EOS (Godino et al., 2017; Pino-Fan et al., 2015): a) análisis de significados globales (identificación de

situaciones-problemas y prácticas operativas y discursivas involucradas en su resolución); b) análisis ontosemiótico de las prácticas (reconocimiento de la trama de objetos y procesos implicados); c) gestión de configuraciones y trayectorias didácticas (identificación de la secuencia de patrones de interacción entre profesor, estudiante, contenido y recursos); d) análisis normativo (reconocimiento de la trama de normas y metanormas que condicionan y soportan el proceso de instrucción), e) análisis de la idoneidad didáctica (valoración del proceso de enseñanza y aprendizaje e identificación de potenciales mejoras).

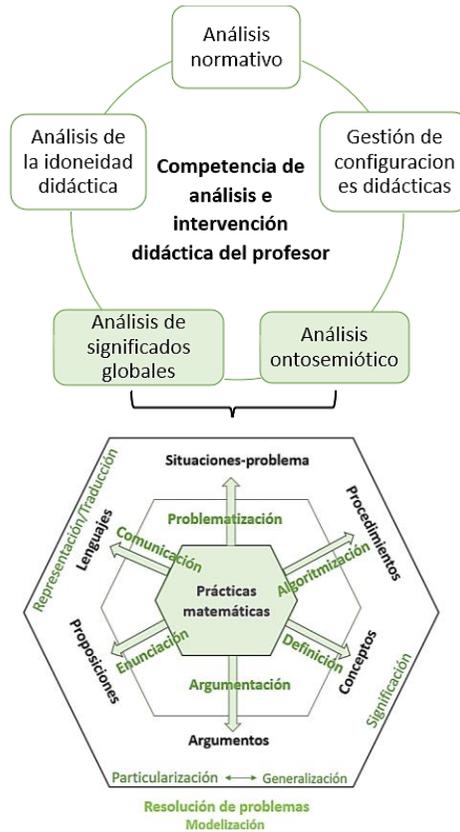
Desde el punto de vista del EOS, el análisis sistemático de una lección de un libro de texto, entendido como proceso instruccional previsto o planificado, requiere tener en cuenta las prácticas matemáticas implicadas en el estudio del contenido abordado y la identificación de la trama de objetos y procesos que estas movilizan. Estos análisis se apoyan en las nociones de significado pragmático y configuración ontosemiótica. Dichas herramientas se han empleado en el campo de la formación de profesores, a través de diversas estrategias y en distintos contextos matemáticos (Burgos & Godino, 2021; Giacomone et al., 2018; Nogueira, 2015).

En los sistemas de prácticas matemáticas, entendidas como acciones realizadas por un sujeto para resolver un problema, comunicar o generalizar su solución, participan y emergen los distintos tipos de objetos matemáticos: *situaciones-problema* (tareas que inducen la actividad matemática), *lenguajes* (expresiones matemáticas; notaciones, símbolos, representaciones gráficas), *conceptos* (entidades matemáticas que pueden ser introducidas mediante definición), *proposiciones* (propiedades o atributos; enunciados sobre conceptos), *procedimientos* (técnicas de cálculo, operaciones y algoritmos), *argumentos* (enunciados requeridos para demostrar las proposiciones o explicar los procedimientos).

El EOS considera *proceso matemático* a toda secuencia de acciones desarrollada durante un cierto tiempo para conseguir un objetivo, normalmente la resolución de un tipo de situaciones-problema o la comunicación de su solución (Godino et al., 2007). Así, los objetos matemáticos, lenguajes, problemas, conceptos, proposiciones, procedimientos y argumentos, emergen de los sistemas de prácticas mediante los respectivos procesos matemáticos de comunicación, problematización, definición, enunciación, algoritmización y argumentación, determinando configuraciones ontosemióticas de prácticas, objetos y procesos. En la actividad matemática tienen una importancia especial los procesos duales de particularización – generalización. Como resultado de un proceso de generalización se obtiene un tipo de objeto matemático que en el EOS se denomina intensivo, el tipo o la regla que genera la clase. Mediante el proceso inverso de particularización se obtiene un objeto extensivo, esto es, que interviene en la práctica matemática como un ejemplar particular. Otros procesos como los de modelización o resolución de problemas, pueden entenderse más como mega procesos, dado que involucran a algunos o varios de los anteriores (Figura 1).

**Figura 1.**

*Competencia de análisis e intervención didáctica y herramientas de análisis*



Por *configuración didáctica* se entiende todo segmento de actividad de enseñanza y aprendizaje que se distribuye entre los momentos de inicio y fin de una tarea diseñada o implementada (Godino et al., 2007). Incluye los conocimientos implicados, las acciones de los estudiantes y del profesor y los medios previstos o usados para abordar la resolución de una situación-problema o la introducción de un determinado concepto o procedimiento. La noción de configuración didáctica proporciona criterios para descomponer el proceso de instrucción planificado en la lección de un libro de texto en unidades de análisis. Sobre cada una de estas unidades, el profesor o investigador debe delimitar el sistema de prácticas operativas y discursivas inherentes a los objetos matemáticos involucrados, que determinan su *significado institucional de referencia*.

Para explicar los desajustes en la enseñanza implementada o las posibles limitaciones de los aprendizajes, el EOS introduce la noción de conflicto semiótico, entendido como cualquier disparidad entre los significados atribuidos a una expresión por dos sujetos (personas o instituciones) en interacción comunicativa (Godino et al., 2007). Cuando el desajuste se produce entre significados de tipo institucional (por ejemplo, entre el significado de referencia y el implementado en un libro de texto) se

habla de *conflicto epistémico*, mientras que si la disparidad tiene lugar entre el significado manifestado por un sujeto y el de referencia se trata de un *conflicto cognitivo*.

## **Metodología**

Este trabajo sigue un enfoque de investigación interpretativa de tipo exploratorio. Considerando el problema de investigación, el enfoque metodológico sigue las fases propias de una ingeniería didáctica en el sentido que proponen Godino et al. (2014): estudio preliminar, diseño del experimento (selección, secuenciación y análisis a priori de tareas), implementación (observación y evaluación de aprendizajes logrados) y análisis retrospectivo. Además, empleamos el análisis de contenido (Cohen et al., 2011) para examinar los protocolos de respuesta de los estudiantes del Grado de Educación Primaria (EPM en adelante) que intervinieron en la experiencia formativa.

Describimos a continuación el contexto en el que se desarrolló la intervención y parte del análisis a priori de la tarea de evaluación prevista en el diseño del experimento. El análisis didáctico completo de la lección fue realizado por el equipo investigador de manera independiente, y confrontado y consensuado después. Este análisis nos permite ejemplificar el tipo de conocimientos y competencias que esperamos logren los EPM, así como interpretar sus respuestas. La evaluación de los aprendizajes logrados por los EPM se incluye en la sección de resultados.

## **Contexto y participantes**

La experiencia formativa se desarrolló con 61 estudiantes de tercer curso del Grado de Educación Primaria, en el marco de la asignatura Diseño y Desarrollo del Currículum de Matemáticas en Primaria en la Universidad de Granada. Dicha asignatura contempla: el diseño y secuenciación de tareas matemáticas de acuerdo con unos contenidos específicos y a determinadas expectativas de aprendizaje, el uso y análisis del libro de texto como recurso en el aula de matemáticas y la evaluación de los procesos de enseñanza y aprendizaje.

De manera previa a esta intervención, los participantes habían recibido formación (dos sesiones de dos horas) sobre análisis de tareas, significados y tipos de objetos matemáticos en las prácticas matemáticas. Como parte de esta formación los EPM aprenden a analizar prácticas matemáticas, tanto desde el punto de vista epistémico como cognitivo y reconocer en ambos casos los objetos y procesos implicados. En la segunda sesión, centrada de forma más específica en el análisis didáctico de libros de texto se introducen y ejemplifican los tipos de conflictos (epistémicos, cognitivos) sobre una lección de proporcionalidad. Además, se propuso la lectura del documento Burgos et al. (2020), donde los EPM podían encontrar los conocimientos didácticos-matemáticos sobre proporcionalidad<sup>1</sup> más relevantes de cara a identificar potenciales conflictos en la lección, así como un ejemplo del tipo de análisis que debían llevar a cabo en la sesión práctica. En la siguiente sesión (dos horas de duración) los EPM debían realizar en equipo el análisis didáctico de la lección del libro de texto de

---

<sup>1</sup> La lectura del documento se planteó como apoyo, dado que dichos conocimientos didáctico-matemáticos se habían abordado previamente, tanto al ejemplificar, en el caso de la proporcionalidad, el análisis (de contenido, cognitivo e instrucción) que realizan para fundamentar el diseño de unidades didácticas, como en la sesión dedicada al análisis de lecciones de libros de texto.

González et al. (2015)<sup>2</sup> en cada una de las configuraciones didácticas en las que esta se había descompuesto: magnitudes proporcionales (C1), reducción a la unidad y regla de tres (C2), escalas y mapas (C3). Se indicó a los EPM que, en cada configuración didáctica, debían: 1) describir las prácticas matemáticas, 2) identificar los objetos y procesos matemáticos intervinientes, 3) reconocer los conflictos epistémicos (relativos a los significados y objetos institucionales puesto en juego en la lección) y cognitivos potenciales (conocimientos previos, progresión y grado de dificultad de las tareas) más importantes.

Se dispone de los informes producidos por 14 equipos formados por 4 o 5 EPM. Estos informes fueron entregados a través de la plataforma Prado. Tras la revisión por parte de la investigadora y profesora del grupo, se discutieron los resultados de manera individual con cada uno de los equipos de trabajo (retroalimentación a través de Prado) y de manera general en la siguiente clase, para conocer sus impresiones y dificultades.

### Análisis didáctico. Ejemplificación con la configuración C1

En la Figura 2 se muestran las situaciones iniciales propuestas por los autores del libro de texto para introducir las magnitudes proporcionales. Incluimos una descripción de las prácticas matemáticas que hemos identificado en esta configuración.

Figura 2

C1 Magnitudes proporcionales. Fuente: (González et al., 2015, p. 116)

**Magnitudes proporcionales**

Fermin aparca su bicicleta durante 3 h. ¿Cuánto pagará?

Si aparcarse durante 1 h cuesta 2 €, el triple de tiempo cuesta 3 veces más:

1 h → 2 €     $\times 3$     3 h → 6 €

► Pagará 6 €.

El tiempo de aparcamiento y el precio son **magnitudes proporcionales**. Se pueden relacionar mediante una tabla de proporcionalidad.

Al multiplicar los números de la fila de arriba, obtenemos los de la fila de abajo.	$\times 2$	<table style="border-collapse: collapse; text-align: center;"> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">tiempo (h)</td> <td style="padding: 2px 5px;">1</td> <td style="padding: 2px 5px;">2</td> <td style="padding: 2px 5px;">3</td> <td style="padding: 2px 5px;">4</td> <td style="padding: 2px 5px;">...</td> </tr> <tr> <td style="padding: 2px 5px;">precio (€)</td> <td style="padding: 2px 5px;">2</td> <td style="padding: 2px 5px;">4</td> <td style="padding: 2px 5px;">6</td> <td style="padding: 2px 5px;">8</td> <td style="padding: 2px 5px;">...</td> </tr> </table>	tiempo (h)	1	2	3	4	...	precio (€)	2	4	6	8	...	$\div 2$	Al dividir los números de la fila de abajo, obtenemos los de la fila de arriba.
tiempo (h)	1	2	3	4	...											
precio (€)	2	4	6	8	...											

Al pasear en su bicicleta durante 1 h, Fermin encuentra 2 semáforos. Si pasea 3 h, ¿puede saber cuántos semáforos encontrará?

► No, porque el número de semáforos que encuentra no tiene por qué ser el mismo cada hora.

El tiempo y el número de semáforos no son magnitudes proporcionales. No se pueden relacionar con una tabla de proporcionalidad.

### Prácticas matemáticas en C1

#### P1.1 Formulación de una situación inicial sobre magnitudes proporcionales

<sup>2</sup> Se escoge dicho texto por ser de uso frecuente en los centros educativos en los que los EPM habían desarrollado sus prácticas y estar a su disposición en la biblioteca de la facultad.

(tiempo de aparcamiento y precio), que lleva a establecer la relación multiplicativa entre sus cantidades y representarla mediante un diagrama.

P1.2 Se afirma que las magnitudes son proporcionales y se construye una tabla de proporcionalidad que permite relacionarlas, identificando en la representación la relación multiplicativa.

P1.3 Formulación y discusión de una situación-problema que involucra magnitudes no proporcionales.

Además de las prácticas matemáticas antes descritas, los autores del libro de texto proponen una secuencia de siete situaciones-problemas que el alumno debe resolver. Estas implican: reconocer magnitudes proporcionales en situaciones contextualizadas, por medio del lenguaje verbal y tabular, respectivamente; completar datos en “tablas de proporcionalidad” asociadas a cantidades de magnitudes directamente proporcionales, averiguando cómo se relacionan las filas (es decir, determinando la constante de proporcionalidad, si bien no se introduce este término); buscar el valor faltante dados otros tres para que las cantidades puedan responder a una situación de proporcionalidad directa; proporcionar un ejemplo de magnitudes proporcionales y crear una tabla de proporcionalidad para representarlas; resolver dos problemas de valor faltante.

La tabla 1 resume los principales objetos y procesos asociados a las prácticas P1.1, P1.2, P1.3 implicadas en la configuración C1.

**Tabla 1.**

*Objetos y procesos en C1*

<b>Objetos</b>	<b>Procesos</b>
Situaciones-problema introductorias (identificación de magnitudes proporcionales) y de ejercitación.	<i>Problematización:</i> resolución y creación de problemas (inventar dos magnitudes proporcionales y construir una tabla de proporcionalidad).
Lenguaje: simbólico, verbal, icónico, tabular, diagramático.	<i>Representación/interpretación:</i> uso de los diferentes tipos de representaciones, conversión del lenguaje natural al tabular.
Proposiciones: si aparcar la bicicleta 1h cuesta 2€, el triple de tiempo cuesta 3 veces más...	<i>Enunciación:</i> de proposiciones como “el tiempo de aparcamiento y el precio son magnitudes proporcionales.”
Conceptos: magnitud, magnitudes proporcionales, magnitudes no proporcionales.	<i>Conceptualización:</i> Se define magnitud (“aquello que se puede medir”). Las magnitudes proporcionales se introducen como dos magnitudes que se relacionan en una tabla de proporcionalidad. <i>Generalización:</i> el criterio general de la relación funcional, y = $kx$ , se evoca mediante puntos suspensivos en la representación tabular. <i>Particularización:</i> de los contenidos teóricos a dos ejemplos de magnitudes
Argumentos: “no tiene por qué ser el mismo cada hora”.	<i>Argumentación:</i> se basa en “dos magnitudes proporcionales se relacionan en una tabla de proporcionalidad”.
Procedimientos: multiplicar, dividir.	<i>Algoritmización:</i> fijación de regla para hallar valor faltante por medio del registro tabular.

Como parte del mega proceso de *resolución de problemas* se consideran los procesos matemáticos que el alumnado debe ejecutar con la finalidad de resolver las situaciones que el autor propone: aplicar los conceptos involucrados, interpretar los tipos de expresión y representación utilizados, construir tablas de proporcionalidad y realizar procesos de conversión del lenguaje verbal al tabular, son acciones necesarias para resolver algunas de las actividades. También aplicar tratamientos en el registro numérico para hallar el valor faltante y explicar cómo se relacionan las cantidades de magnitudes (sólo en la actividad 19; Figura 3). Así, las situaciones propuestas implican la conceptualización, enunciación, argumentación, representación y algoritmización. Además, dado que el autor particulariza la presentación de los contenidos teóricos a ejemplos específicos de magnitudes, el alumno debe *generalizar* las definiciones y propiedades a otros casos. Por ejemplo, la descripción que se hace de magnitudes proporcionales queda restringida al caso particular de “tiempo de aparcamiento” y “precio a pagar”; se muestra cómo se relacionan algunas cantidades de estas magnitudes en una tabla de proporcionalidad, pero no se llega a dar una definición general para este término (Figura 2). También se puede asociar el proceso de generalización al reconocimiento de patrones numéricos entre las cantidades de magnitudes implicadas en los problemas. Finalmente, en la actividad 21 (Figura 3), el alumno debe indicar dos magnitudes proporcionales y asignarles valores numéricos específicos (*particularización*).

### Figura 3.

Actividades 19 y 21 propuestas. Fuente: (González et al., 2015, p.117)

19 Copia y completa estas tablas de proporcionalidad.

a)

n.º de gafas	1	2	...	4	5	6	...
n.º de cristales	...	4	6	...	...	...	14

b)

n.º de arañas	...	10	...	...	25	30	35
n.º de patas	...	80	120	160	200	...	...

¿Cómo se relacionan las filas de cada una de las tablas?

21 Encuentra un ejemplo de dos magnitudes proporcionales y construye la tabla de proporcionalidad.

A continuación, se enumeran los conflictos epistémicos y cognitivos esenciales identificados por los autores de este artículo en C1, si bien podrían incluirse otros.

#### Conflictos epistémicos en C1

CE1.1. No se establece una definición clara y general de magnitudes proporcionales. La descripción se particulariza a los ejemplos introductorios.

- CE1.2. No se considera la relación funcional  $y=kx$ , ni se introduce la constante de proporcionalidad. La única referencia al carácter general de la relación de proporcionalidad viene tímidamente establecida por el uso de puntos suspensivos en la representación tabular.
- CE1.3. Puede ser confuso el uso de puntos suspensivos para indicar por un lado que la serie de números continúa en la representación tabular del ejemplo introductorio y posteriormente para representar el valor faltante en las situaciones.
- CE1.4. Los convenios de representación de la relación de proporcionalidad mediante una tabla bidimensional y los diagramas indicativos de la relación multiplicativa precisan explicación. El papel dado al registro tabular, puede llevar a pensar que la presencia de una tabla bidimensional supone la existencia de una relación de proporcionalidad.
- CE1.5. Algunas proposiciones son imprecisas; al enunciar que “al multiplicar los números de la fila de arriba, obtenemos los de la fila de abajo”, el autor no indica el número por el que se deben multiplicar, que debe ser el mismo siempre, ni su significado: la constante de proporcionalidad (Figura 2).
- CE1.6. Al no establecerse las proposiciones suficientes y necesarias para distinguir una situación proporcional, se deben asumir relaciones de proporcionalidad que no se especifican, como sucede en la tarea 22 (Figura 4) en la que debe aceptarse que “cada cuarto del queso cuesta lo mismo”.

#### **Figura 4.**

*Actividad 22 propuesta al alumnado. Fuente: (González et al., 2015, p.117)*



- CE1.7. La comprobación de la proporcionalidad entre dos magnitudes se limita a verificar la relación “entre filas y columnas” en una tabla, por lo que no se promueve la flexibilidad en los razonamientos ni la justificación en base a las propiedades que caracterizan la relación lineal.

#### *Conflictos cognitivos potenciales en C1*

- CC1.1. No se vincula con conocimientos previos relativos a números racionales (fracciones, equivalencia de fracciones) ni a medida (magnitud, cantidad de magnitud).
- CC1.2. Falta progresión en el grado de dificultad de las tareas.

Incluimos en Anexos las prácticas, objetos, procesos y conflictos identificados por los autores en las configuraciones C2 (Anexo1) y C3 (Anexo2).

## **Resultados**

Esta sección incluye los resultados de la evaluación del análisis didáctico que han realizado los EPM (14 equipos de 4 o 5 integrantes cada uno). Para intentar responder a las cuestiones de investigación, analizamos en primer lugar la identificación de prácticas, objetos y procesos matemáticos y, en segundo lugar, los conflictos semióticos descritos por los participantes.

### **Análisis ontosemiótico de las configuraciones didácticas**

El análisis de contenido de los informes muestra que, en general, los participantes hicieron un reconocimiento adecuado de las prácticas matemáticas, si bien prestaron más atención a las prácticas de tipo operacional que a las de tipo discursivo. En C2 y C3, nueve equipos identificaron correctamente todas las prácticas y de estos, cuatro equipos también lo hicieron en C1. En esta configuración, la práctica identificada mayormente (por once equipos) fue P1.2 (construcción de una tabla de proporcionalidad para la situación inicial) y la menos identificada (sólo 4 equipos) fue P1.3 (justificación de la no proporcionalidad entre magnitudes en base a que no se relacionan por medio de una tabla de proporcionalidad). En C2 la práctica que más reconocieron (12 equipos) fue la descripción de pasos en la reducción a la unidad y la menos identificada fue la explicitación del valor faltante.

Después de identificar las prácticas, los EPM debían indicar los conceptos, lenguajes, procedimientos, proposiciones y argumentos implicados en las mismas. En la Figura 5 se incluye la nube de objetos reconocidos por los participantes, en la que los tamaños de las letras son proporcionales a la frecuencia de cada término referido. En general, los EPM describieron adecuadamente las distintas situaciones-problema de la lección (tanto las de iniciación, como las propuestas para ejercitación o aplicación), la mayoría de los lenguajes, conceptos y procedimientos. Sin embargo, ningún equipo mencionó proposiciones o argumentos (ni explícitos ni implícitos) en las configuraciones. De manera más específica, comparando con los objetos identificados por el equipo investigador para cada configuración (ver Tabla 1 para C1) se observa que los objetos matemáticos identificados en C1 por la mayoría de los equipos corresponden a las situaciones-problema (13 equipos), la representación tabular (todos los equipos), los conceptos de magnitud y magnitudes directamente proporcionales (9 y 10 equipos, respectivamente) y los procedimientos aritméticos (10 equipos). Los menos identificados corresponden a la representación icónica y el concepto de magnitudes no proporcionales (sólo dos equipos en cada caso). En la configuración C2, todos los equipos de EPM identificaron situaciones, procedimientos (“regla de tres” y “reducción a la unidad”) y representación tabular de forma correcta. Sin embargo, menos de la mitad de los equipos reconocieron las representaciones fraccionaria, icónica y diagramática como objetos lingüísticos. Finalmente, en C3 los



la “elaboración de tablas de proporcionalidad” o la “conversión del lenguaje natural al tabular y conversión de la tabla de proporcionalidad a equivalencia de fracciones” (E4).

- *Algoritmización*. Siete equipos la mencionaron en C1, como E10:

Se fija un tipo de regla para obtener datos de una tabla que sean proporcionales, multiplicar el de arriba o dividir el de abajo, siempre por el mismo número, para que sea proporcional, como viene dado en el ejemplo de la bicicleta, con las horas y los euros.

Doce equipos lo indicaron en C2, apreciando como E7, “regulación de los pasos que componen el algoritmo de la regla de tres y la reducción a la unidad”.

Recordemos al respecto que los EPM reconocieron con frecuencia el registro tabular como objeto matemático y los procedimientos de reducción a la unidad y regla de tres. Los procesos matemáticos más olvidados en el análisis fueron los de problematización, argumentación y particularización. Sólo tres equipos mencionaron la problematización en C1, y dos en C2 (“la actividad 27 es en parejas, en la cual hay que seguir las tres indicaciones que se dan e inventar y resolver una actividad relacionada con la proporcionalidad”, E13). La argumentación apareció mencionada únicamente en C1 (cinco equipos). Al respecto notemos que ningún equipo identificó los argumentos empleados de manera implícita o explícita en la lección. Así, cuando algún equipo refirió a la argumentación como proceso matemático, señaló cierta explicación o justificación por parte del autor, pero no especificó el argumento empleado. Los equipos que indicaron la particularización (entre dos y cuatro en cada configuración) aclararon, de manera similar a E11, que “la regla general se ejemplifica con un caso concreto al inicio de la configuración”. Por otro lado, nueve equipos identificaron el proceso de generalización en la configuración C1. Lo hicieron en el sentido de E7, que estableció que “el carácter general de la relación funcional  $y=kx$  se evoca mediante puntos suspensivos”, o como E4:

La interpretación de la tabla de proporcionalidad conlleva un proceso de generalización de la relación de proporcionalidad, es decir, un aumento multiplicativo en una de las filas se corresponde con el mismo aumento multiplicativo en la otra.

Se puede concluir que, en general, los EPM tuvieron más éxito al identificar las prácticas matemáticas que al reconocer los objetos y procesos. La menor pertinencia en el reconocimiento de los objetos y procesos matemáticos asociados justificaría que reconociesen de manera limitada los conflictos epistémicos y cognitivos en la lección.

### **Identificación de conflictos semióticos**

El análisis de los informes de los EPM muestra que gran parte de los conflictos identificados en el análisis a priori por el equipo investigador pasaron inadvertidos para los participantes. Sin embargo, debemos mencionar que los EPM describieron algunos conflictos epistémicos y cognitivos importantes en las distintas configuraciones. En C1, los conflictos más frecuentemente mencionados (por 11 equipos) refieren a la falta de definiciones claras de conceptos esenciales como los de magnitudes proporcionales y constante de proporcionalidad (CE1.1, CE1.2). Por ejemplo, E8 indicó:

Se da por conocida la definición de magnitudes proporcionales, magnitudes no proporcionales... No se hace explícito que la razón entre las cantidades que se corresponden debe ser siempre la misma: constante de proporcionalidad.

Cuatro equipos indicaron la falta de especificación de las condiciones que garantizan la relación de proporcionalidad en las actividades propuestas (CE1.6). Por ejemplo, E7 indicó en relación con la actividad 22 (Figura 3) que “el alumno debe suponer por sí solo que las cuatro porciones en las que se ha dividido el queso son proporcionales, es decir, tienen el mismo tamaño y por lo tanto el mismo precio” (no explicitación de la condición de regularidad).

Cinco equipos reconocieron adecuadamente la ausencia o inexactitud de explicaciones y argumentaciones sobre los procedimientos (CE1.7):

no se razona la relación entre magnitudes ni el procedimiento, por lo que no existe justificación. Tampoco se da explicación del porqué del proceso de multiplicación o división dentro de la tabla, es un proceso mecanizado. En el último problema se expone la respuesta, pero tampoco se da la explicación del por qué eso es así, como afirman (E3).

Sólo E7 y E10 indicaron además la poca pertinencia del lenguaje, ambigüedad de las proposiciones y falta de conexión con el bloque de aritmética y de magnitudes. Ningún equipo mencionó como conflicto la imprecisión de algunas proposiciones. Por ejemplo, el autor indica que “al multiplicar los números de la fila de arriba, obtenemos los de la fila de abajo”, sin precisar cuál es el número por el que se deben multiplicar, que debe ser el mismo siempre, ni su significado: la constante de proporcionalidad.

En la configuración C2, destinada a introducir y explicar los procedimientos de reducción a la unidad y regla de tres, diez equipos indicaron, de manera similar a E3, la falta de justificación sobre dichos procedimientos:

se comparan dos procesos [procedimientos] distintos, regla de 3 y reducción a la unidad, del mismo ejemplo, sin justificación del por qué se pueden llevar a cabo, pudiendo llevar al alumnado a confusión en cuanto a que ambos procedimientos siempre sean aplicables (E3).

E7 fue bastante preciso al señalar que “la expresión dividimos entre 2, es decir, reducimos a la unidad, puede dar a entender al alumno que para reducir a la unidad siempre se divide entre 2”, y que “se asocia incorrectamente el término de regla de tres a una ecuación proporcional en la tarea 26” (Figura 6).

### Figura 6.

Actividad 26 propuesta al alumnado. Fuente: (González et al., 2015, p.119)

26 Calcula el valor del dato desconocido en estas reglas de tres.

$$\frac{2}{9} = \frac{10}{?}$$
$$\frac{18}{24} = \frac{?}{20}$$

Además, cinco equipos apreciaron la carencia de explicación en el tratamiento y conversión entre las representaciones empleadas y la poca pertinencia de algunas de

estas. Sin embargo, ningún equipo mencionó que no se analicen qué condiciones (regularidad) deben cumplirse en los problemas para que el modelo de proporcionalidad directa sea aplicable.

Únicamente cinco equipos indicaron conflictos epistémicos en C3; tres de ellos señalaron convenientemente la falta de representatividad en las situaciones propuestas y dos apuntaron a que el autor no incluye una definición general de escala, sino que la particulariza a un caso específico. Tampoco observaron que la falta de conexión con la relación de proporcionalidad entre magnitudes impide justificar en base a ésta los procedimientos que involucran la aplicación de escalas.

La mayoría de los equipos mencionaron algún conflicto de tipo cognitivo en las diferentes configuraciones. En concreto: once equipos consideraron que no se conectan o recuerdan conocimientos previos relativos a fracciones, números racionales o medida (CC1.1) en C1; seis equipos consideraron que los alumnos podrían tener dificultades en el trabajo con fracciones y en las conversiones entre el registro tabular y la representación fraccionaria durante la lección; trece equipos indicaron en C3 que se suponen conocidas las unidades de medida o las conversiones entre éstas y que se asume que el alumno, sin recuerdo adicional, conectará escalas con magnitudes. Respecto al nivel de dificultad de algunos contenidos, tres equipos comentaron que la ausencia de relaciones de divisibilidad entre los términos o bien el empleo de números no enteros podían suponer dificultad al alumno (CC1.2), aspecto ampliamente confirmado en estudios relacionados con la proporcionalidad (Lamon, 2007; Karplus et al., 1983). Por ejemplo, para E14 puede que “en algunos problemas como los de la segunda página sea difícil llegar a la reducción de la unidad... algunas cantidades no son múltiplos”. Además, E3 y E10 echaron en falta que no se fomente el uso de diversas estrategias de solución (“el uso de las tablas de proporcionalidad es la única estrategia ofrecida y en la mayoría de los ejercicios piden trabajar con las tablas evitando descubrir otras estrategias”, E10).

Para apreciar cómo repercute el análisis de prácticas, objetos y procesos en el reconocimiento de conflictos epistémicos y cognitivos potenciales presentes en el proceso instruccional planificado en la lección, observamos por un lado que los equipos que identificaron de forma más apropiada los objetos en toda la lección fueron E5, E7 y E3 (reconocieron correctamente varios objetos de la mayoría de los tipos en las tres configuraciones). Por otro lado, aquellos que describieron los procesos en toda la lección de forma más pertinente fueron E5, E7 y E10. Además, los equipos E7 y E10 fueron junto a E13, aquellos que tuvieron mayor éxito en la identificación de conflictos epistémicos (siendo E7 y E10 los que localmente mejor lo hicieron en C1 y C2). Así parece deducirse cierta relación entre el grado de éxito en la identificación de procesos y de conflictos epistémicos. Sin embargo, respecto a los conflictos cognitivos, los equipos que realizaron un mejor análisis de éstos (E9, E11, E14) realizaron una identificación de objetos adecuada (varios objetos de todos los tipos en C1, pero sólo alguno de cada tipo en C2 y C3), aunque no así de procesos. Esto puede venir explicado porque los conflictos cognitivos identificados tienen más carácter conceptual o procedimental que procesal. Además, los EPM expresaron en la puesta en común tener mayores dificultades para comprender la naturaleza de los procesos matemático y reconocerlos en las prácticas.

## **Conclusiones**

Para garantizar que los docentes dispongan de criterios que les permita realizar un uso adecuado de las lecciones de libros de texto, los programas de formación deben asumir la responsabilidad de promover en los futuros docentes el desarrollo de conocimientos y competencias para el análisis didáctico de lecciones de libros de texto (Burgos et al., 2020). Con este compromiso, el objetivo de este trabajo ha sido describir el diseño, implementación y resultados de una acción formativa con estudiantes del Grado de Educación Primaria orientada a proporcionar a los futuros docentes una herramienta teórico-metodológica para el análisis didáctico de la lección de un libro de texto. La identificación de las prácticas, objetos y procesos implicados en la trayectoria didáctica planificada por medio de la lección permite al profesor identificar potenciales conflictos con el propio contenido matemático o con los conocimientos previos o requeridos, que pudieran mermar la progresión del aprendizaje por parte de los estudiantes.

De nuestros resultados se deduce que los participantes reconocieron de manera adecuada las prácticas matemáticas, teniendo más éxito en la identificación de las prácticas operativas que en las discursivas. Identificaron la situación-problema que induce la actividad matemática en un contexto de proporcionalidad, pero no llegaron a describir otros objetos, como son las proposiciones y argumentos, que se requieren o emergen de dichas prácticas a través de los respectivos procesos matemáticos. En consonancia, la identificación de conflictos, especialmente aquellos referentes a aspectos epistémicos y cognitivos específicos de la proporcionalidad o su tratamiento no fue suficientemente satisfactoria. De manera general, los conflictos cognitivos que indicaron con más frecuencia corresponden a la falta de atención a los conocimientos previos requeridos, mientras que, entre los conflictos epistémicos más habituales destacaron la ausencia o poca claridad de las definiciones y la falta de justificación de los procedimientos. Consideramos importante que los futuros docentes identifiquen estas carencias en las lecciones, dada la importancia que tiene la argumentación para lograr una adecuada comprensión conceptual (Lin, 2018) y la necesidad de desarrollar espacios para que los alumnos discutan, modelicen y argumenten sobre relaciones y propiedades de la proporcionalidad.

No identificar de manera conveniente los conflictos semióticos en la lección limita la toma de decisiones sobre la gestión del recurso. En una sesión posterior de trabajo, que por limitaciones de espacio no hemos descrito en este artículo, los mismos equipos debían indicar los cambios que introducirían para resolver los conflictos identificados y mejorar el proceso de estudio planteado en la lección del libro de texto. En este sentido, las propuestas de mejora de los EPM con relación a los conflictos cognitivos contemplaban recordar los conocimientos previos necesarios de manera previa, mientras que, en el aspecto epistémico, sugerían incorporar más definiciones, ejemplos y problemas. Los EPM esperan una “presentación adecuada del objeto matemático en el libro de texto” (Yang & Liu, 2019, p. 8).

Una posible causa de las limitaciones encontradas por los EPM puede deberse a un conocimiento didáctico-matemático deficiente en relación con la propia naturaleza de los objetos y procesos matemáticos o del contenido, en nuestro caso la

proporcionalidad, que les impida analizar la actividad matemática implicada, los posibles conflictos y su naturaleza. En este sentido, los EPM se mostraron preocupados por su carencia y necesidad de mayor formación en aspectos epistémicos, cognitivos (además de afectivos o instruccionales) del conocimiento didáctico-matemático relativos a un contenido concreto, en este caso la proporcionalidad, para poder valorar sus procesos de enseñanza y aprendizaje (en particular, los previstos o planificados en lecciones de libros de texto). Sería necesario identificar de manera previa, en futuras implementaciones, cuál es este conocimiento y qué entienden realmente los EPM por objetos como proposición y procesos como enunciación o generalización-particularización.

Los profesores no están acostumbrados a cuestionar la naturaleza del conocimiento académico incluido en los libros de texto (Braga & Belver, 2016). Tienden a hacer una descripción general de los materiales curriculares y considerar escasamente elementos didáctico-matemáticos al proponer mejoras de los procesos instruccionales analizados (Beyer & Davis, 2012). Por ello, es importante analizar qué estrategias de formación mejoran las críticas de los profesores de matemáticas de los recursos educativos, en particular de las lecciones de libros de texto (Yang & Liu, 2019).

De acuerdo con autores como Braga y Belver (2016) para los que el análisis de libros de texto ofrece enormes posibilidades en la formación inicial de profesores, creemos que este tipo de intervención formativa sobre análisis didáctico de una lección de libro de texto permite a los futuros docentes reflexionar sobre aspectos importantes que afectan a los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, desarrollando su competencia para el análisis e intervención didáctica. El análisis de las prácticas, objetos y procesos es un primer paso necesario para reconocer las disparidades de significado en una lección, sin embargo, los resultados de nuestra investigación muestran que este tipo de análisis no es suficiente para que los futuros docentes puedan identificar con éxito los conflictos semióticos. Se requiere de guías específicas, fundamentadas en los conocimientos didáctico-matemáticos sobre el contenido que se analiza, en nuestro caso la proporcionalidad, para que los docentes puedan llegar a reconocer aquellos aspectos que requieren de tomar decisiones de acción en la práctica efectiva del aula.

### ***Agradecimientos***

Trabajo elaborado en el marco del proyecto de investigación: PID2019-105601GB-I00/AEI/10.13039/501100011033 (Ministerio de Ciencia e Innovación), con apoyo del Grupo de Investigación FQM-126 (Junta de Andalucía).

### ***Conflicto de intereses***

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### ***Contribuciones de los autores***

Conceptualización, M.B, M.J.C, y J.D.G.; metodología, M.B, M.J.C, y J.D.G.; redacción del borrador original, M.B.; redacción, revisión y edición, M.B y M.J.C.; supervisión, J.D.G.

## Referencias

- Ahl, L. (2016). Research findings' impact on the representation of proportional reasoning in Swedish Mathematics textbooks. *REDIMAT*, 5(2), 180–204. <https://doi.org/10.4471/redimat.2016.1987>.
- Bel, J. y Colomer, J. (2018). Teoría y metodología de investigación sobre libros de texto: análisis didáctico de las actividades, las imágenes y los recursos digitales en la enseñanza de las Ciencias Sociales. *Revista Brasileira de Educação*, 23(353), e230082. <http://dx.doi.org/10.1590/S1413-24782018230082>
- Beyer, C. J. y Davis, E. A. (2012). Learning to critique and adapt science curriculum materials: Examining the development of preservice elementary teachers' pedagogical content knowledge. *Science Education*, 96(1), 130–157. <https://doi.org/10.1002/sce.20466>
- Braga, G. y Belver, J. (2016). El análisis de libros de texto: una estrategia metodológica en la formación de los profesionales de la educación. *Revista Complutense de Educación*, 27(1), 199–218. [http://dx.doi.org/10.5209/rev\\_RCED.2016.v27.n1.45688](http://dx.doi.org/10.5209/rev_RCED.2016.v27.n1.45688)
- Breda, A., Pino-Fan, L. y Font, V. (2017). Meta didactic-mathematical knowledge of teachers: criteria for the reflection and assessment on teaching practice. *EURASIA Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 13(6), 1893–1918. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2017.01207a>
- Burgos, M., Castillo, M., Beltrán-Pellicer, P., Giacomone, B. y Godino, J. D. (2020). Análisis didáctico de una lección sobre proporcionalidad en un libro de texto de primaria con herramientas del enfoque ontosemiótico. *Bolema*, 34(66), 40–69.
- Burgos, M. y Godino, J. D. (2021). Assessing the epistemic analysis competence of prospective primary school teachers on proportionality tasks. *IJSME*, 20, 367–389. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10143-0>
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2011). *Research methods in education*. Routledge.
- Fan, L., Zhu, Y. y Miao, Z. (2013). Textbook research in mathematics education: development status and directions. *ZDM*, 45(5), 633–646.
- Fernández, C. y Llinares, S. (2012). Características del desarrollo del razonamiento proporcional en la Educación Primaria y Secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 30(1), 129–142.
- Font, V., Planas, N. y Godino, J. D. (2010). Modelo para el análisis didáctico en educación matemática. *Infancia y Aprendizaje*, 33(1), 89–105.
- Gellert, U., Becerra, R. y Chapman, O. (2013). Research Methods in Mathematics Teacher Education. En K. Clements, A. Bishop, C. Keitel-Kreidt, J. Kilpatrick y F. K. S. Leung (Eds.), *Third International Handbook of Mathematics Education*, (vol. 27, pp. 327–360). Springer International. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-4684-2_11)
- Giacomone B., Godino J. D., Wilhelmi M. R. y Blanco T. F. (2018). Desarrollo de la competencia de análisis ontosemiótico de futuros profesores de matemáticas. *Revista Complutense de Educación*, 29(4), 1109–1131. <https://doi.org/10.5209/RCED.54880>
- Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2007). The onto-semiotic approach to research in

- mathematics education. *ZDM The International Journal on Mathematics Education*, 39(1-2), 127–135.
- Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C. y Font, V. (2017). Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Bolema*, 31(57), 90–113.
- Godino, J. D., Rivas, H., Arteaga, P., Lasa, A. y Wilhelmi, M. (2014). Ingeniería didáctica basada en el enfoque ontológico-semiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 34(2/3), 167–200.
- González, Y., Garín, M., Nieto, M., Ramírez, R., Bernabeu, J., Pérez, M., Pérez, B., Morales, F., Vidal, J., Hidalgo, J. y Moratalla, V. (2015). *Matemáticas. 6 Primaria*. Savia, Ediciones SM.
- Karplus, R., Pulos, S. y Stage, E. (1983). Early adolescents proportional reasoning on “rate” problems. *Educational Studies in Mathematics*, 14(3), 219–233.
- Kim, O. K. (2007). Teacher knowledge and curriculum use. En T. de Silva Lamberg y L. R. Wiest (Eds.), *Proceedings of the 29th Annual Meeting of the North American Chapter of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (pp. 1114–1121). PME.
- Lamon, S. (2007). Rational numbers and proportional reasoning: Toward a theoretical framework. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning*, (pp. 629–668). Information Age Publishing,
- Lin, P-J. (2018). The Development of Students Mathematical Argumentation in a Primary Classroom. *Educação y Realidade*, 43(3), 1171–1192.
- Nogueira, I. (2015). Análise ontosemiótica de procesos instruccionales de matemática, melhoria de práticas e desenvolvimento profissional docente. *Revista de Estudos e investigação em Psicologia y Educación*, 6, 209-2143.
- Pino-Fan, L., Assis, A. y Castro, W. (2015). Towards a methodology for the characterization of teachers’ didactic-mathematical knowledge. *Eurasia Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 11(6), 1429–1456.
- Pochulu, M., Font, V. y Rodríguez, M. (2016). Desarrollo de la competencia en análisis didáctico de formadores de futuros profesores de matemática a través del diseño de tareas. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa-RELIME*, 19(1), 71–98.
- Seckel, M. J. y Font, V. (2020). Competencia reflexiva en formadores del profesorado de matemática. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 12(25), 127–144.
- Shield, M. y Dole, S. (2013). Assessing the potential of mathematics textbooks to promote deep learning. *Educational Studies in Mathematics*, 82(2), 183–199.
- Wijaya, A., Van den Heuvel-Panhuizen, M. y Doorman, M. (2015). Opportunity-to-learn context-based tasks provided by mathematics textbooks. *Educational Studies in Mathematics*, 89, 41–65.
- Yang, K-L., y Liu, X-Y. (2019). Exploratory study on Taiwanese secondary teachers’ critiques of mathematics textbooks. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 15(1), em1655. <https://doi.org/10.29333/ejmste/99515>

## Anexo 1.

### Análisis ontosemiótico y conflictos en la configuración C2

Reducción a la unidad y regla de tres. Fuente: (González et al., 2015, p. 118)

**Reducción a la unidad. Regla de tres**

En un videojuego, Carmen obtiene 10 puntos por cada 2 monedas de oro que encuentra. Si en una partida encuentra 30 monedas, ¿cuántos puntos obtiene?



Para calcularlo tenemos que reducir a la unidad.

- 1.º Escribimos la tabla de equivalencias.
- 2.º Dividimos entre 2, es decir, reducimos a la unidad.
- 3.º Calculamos el dato que buscamos.

n.º de monedas	2	30
n.º de puntos	10	?

n.º de monedas	2	1
n.º de puntos	10	5

n.º de monedas	2	30
n.º de puntos	10	150

También podemos calcularlo mediante la **regla de tres**.

Si conocemos 3 términos, podemos calcular el cuarto así:

- 1.º Escribimos los datos de esta manera:
- 2.º Multiplicamos los datos conocidos que están en cruz.
- 3.º Dividimos el resultado entre el número que no hemos utilizado aún.

n.º de monedas	n.º de puntos
$\frac{2}{30}$	$= \frac{10}{?}$

¿? representa el dato que queremos calcular.

n.º de monedas	n.º de puntos
$\frac{2}{30}$	$= \frac{10}{?}$

$30 \times 10 = 300$

n.º de monedas	n.º de puntos
$\frac{2}{30}$	$= \frac{10}{?}$

$300 : 2 = 150$

Por tanto, el valor del dato que queremos calcular es:

$30 \times 10 : 2 = 150$

► Carmen ha obtenido 150 puntos.

### Prácticas matemáticas

P2.1 Descripción de pasos a seguir en el procedimiento de reducción a la unidad y aplicación en situación contextualizada de valor faltante.

P2.2 Descripción de pasos a seguir en el procedimiento de regla de tres (escribir los datos como fracciones equivalentes, multiplicar en cruz, dividir el resultado entre el número que no se ha usado) y aplicación para resolver la misma problemática.

**Tabla 2.**

*Objetos y procesos en C2*

<b>Objetos</b>	<b>Procesos</b>
<i>Situaciones de iniciación y ejercitación (valor faltante) de proporcionalidad directa.</i>	<i>Problematización:</i> resolución y creación de problemas (encontrar dos magnitudes proporcionales y asignar valores numéricos).
<i>Lenguaje:</i> verbal, fraccionario, simbólico, icónico, tabular, diagramático.	<i>Representación/interpretación:</i> se usa el lenguaje natural, diagramático y simbólico para describir los algoritmos, conversión del lenguaje natural al tabular y al fraccionario.
<i>Proposiciones:</i> “Carmen ha obtenido 150 puntos”.	<i>Enunciación:</i> “los métodos de reducción a la unidad y la regla de tres sólo se pueden aplicar cuando hay proporcionalidad entre las magnitudes”.
<i>Argumentos:</i> no explícitos.	<i>Argumentación:</i> la justificación se basa en la aceptación de que los métodos de reducción a la unidad y regla de tres se aplican en situaciones de proporcionalidad directa.
<i>Procedimientos:</i> multiplicar, dividir, reducir a la unidad, regla de tres.	<i>Algoritmización:</i> regulación de los pasos para hallar el valor faltante mediante los algoritmos de reducción a la unidad y regla de tres. <i>Particularización:</i> la regla general que describe los procedimientos se ejemplifica con el caso particular del videojuego

*Conflictos epistémicos en C2*

- CE2.1. El algoritmo de reducción a la unidad se asocia a la demediación (“dividimos entre dos, es decir, reducimos a la unidad”) y no se introduce el valor unitario. En el procedimiento de regla de tres, no se explica por qué son iguales las fracciones, o por qué se resuelve multiplicando “los datos conocidos que están en cruz”.
- CE2.2. Se usa inadecuadamente el término “regla de tres” en lugar de proporción o fracciones equivalentes.
- CE2.3. Es inadecuado el uso de expresiones como “tabla de equivalencia” (para la representación parcial de lo que había denominado tabla de proporcionalidad), “datos que están en cruz” al presentar la regla de tres.
- CE2.4. No se analizan qué condiciones deben cumplirse para que el modelo de proporcionalidad directa sea aplicable (regularidad).

*Conflictos cognitivos en C2*

- CC2.1. No reflexionar sobre el carácter proporcional o no de las situaciones puede llevar a los escolares a utilizar modelos lineales en situaciones no pertinentes para su aplicación (ilusión de linealidad).
- CC2.2. No se contemplan los conocimientos previos necesarios en el trabajo con fracciones.
- CC2.3. Falta progresión en el nivel de dificultad de las tareas. En la situación inicial sólo se emplean números enteros mientras en las tareas a resolver se involucran decimales.

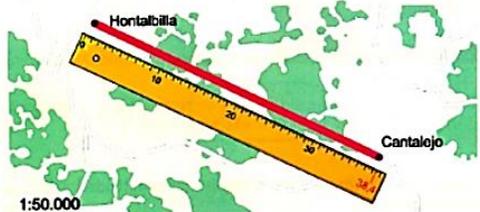
## Anexo 2.

### Análisis ontosemiótico y conflictos de la configuración C3

La escala. Fuente: (González et al., 2015, p.120)

**La escala: planos y mapas**

Dario ha medido la distancia entre su pueblo y el de sus tios en el mapa. ¿Cuántos kilómetros son en la realidad?



Para calcularlo utilizamos la escala del mapa:

**1:50.000**  
1 cm del mapa equivale a 50.000 cm en la realidad.

Como la distancia en el mapa es de 38,4 cm, en la realidad será:

$$38,4 \times 50.000 = 1.920.000 \text{ cm}$$

Expresamos el resultado en kilómetros:

$$1.920.000 : 100.000 = 19,2 \text{ km}$$

► Entre los dos pueblos hay 19,2 km.

- La **escala** sirve para representar superficies reales en un espacio pequeño.
- La **escala 1:50.000** significa que **una unidad del mapa equivale a 50.000 unidades en la realidad.**

### Prácticas matemáticas

P3.1 Interpretación de la distancia en el mapa y aplicación del concepto de escala para abordar la situación inicial propuesta.

P3.2 Conversión de unidades de medidas.

P3.3 Explicitación de la distancia en kilómetros que responde a la situación inicial.

P3.4 Descripción del significado y utilidad de la escala.

**Tabla 3.**

*Objetos y procesos en C3*

<b>Objetos</b>	<b>Procesos</b>
Situaciones de ejercitación y aplicación en lectura e interpretación de escalas.	<i>Problematización:</i> resolución de problemas sobre obtención y aplicación de escalas.
<i>Lenguaje:</i> verbal, simbólico, icónico, gráfico.	<i>Representación:</i> uso de expresiones y representaciones, conversión de la representación como razón de escala al lenguaje verbal.
<i>Proposiciones:</i> 38,4×50.000=1.920.000cm	<i>Enunciación:</i> de proposiciones “entre los dos pueblos hay 19,2 km”.
<i>Conceptos:</i> escala, medida, distancia.	<i>Conceptualización:</i> se define la escala 1:500000. <i>Particularización:</i> del concepto de escala a casos específicos.
<i>Argumentos:</i> no explícitos.	<i>Argumentación:</i> basada en la definición de escala “como la distancia en el mapa es de 38,4cm, en la realidad será...”
<i>Procedimientos:</i> multiplicar, dividir, conversión de unidades de medidas.	<i>Algoritmización:</i> establecer pasos para determinar distancias reales a partir de distancias representadas en un mapa según escala dada; delimitar los pasos para interpretar y construir representaciones gráficas.

*Conflictos epistémicos en C3*

- CE.3.1. El autor no incluye una definición general de escala, sino que la particulariza a 1:500000.
- CE3.2. La falta de conexión con la relación de proporcionalidad entre magnitudes impide justificar en base a ésta los procedimientos que involucran la aplicación de escalas.
- CE3.3. Uso incorrecto del signo de igual al expresar el resultado de una operación aritmética como medida de cantidad de magnitud “38,4×50.000 =1.920.000 cm”.

*Conflictos cognitivos en C3*

- CC3.1. Se suponen conocidas las unidades de medida y las conversiones entre éstas y que el alumno conectará escalas con magnitudes.
- CC3.2. Algunas tareas pueden resultar de mayor dificultad al alumno debido a que implican un cambio en el orden de los datos del problema al cual no se ha enfrentado anteriormente.

## Explorando nuevas estrategias de formación del profesorado de matemáticas: un enfoque ampliado del *Lesson Study* para el desarrollo profesional en la Escuela Andorrana

Luis J. RODRÍGUEZ-MUÑIZ  
Álvaro AGUILAR-GONZÁLEZ  
Marlén ALONSO-CASTAÑO  
Itziar GARCÍA-HONRADO  
Esther LORENZO-FERNÁNDEZ  
Laura MUÑIZ-RODRÍGUEZ

### Datos de contacto:

Luis J. Rodríguez Muñiz  
Universidad de Oviedo  
[luisj@uniovi.es](mailto:luisj@uniovi.es)

Álvaro Aguilar-González  
Universidad de Oviedo  
[aguilaralvaro@uniovi.es](mailto:aguilaralvaro@uniovi.es)

Marlén Alonso-Castaño  
Universidad de Oviedo  
[alonsomarlen@uniovi.es](mailto:alonsomarlen@uniovi.es)

Itziar García-Honrado  
Universidad de Oviedo  
[garciaitziar@uniovi.es](mailto:garciaitziar@uniovi.es)

Esther Lorenzo-Fernández  
Universidad de Oviedo  
[lorenzomaria@uniovi.es](mailto:lorenzomaria@uniovi.es)

Laura Muñiz-Rodríguez  
Universidad de Oviedo  
[munizlaura@uniovi.es](mailto:munizlaura@uniovi.es)

Recibido: 29/03/2023  
Aceptado: 11/06/2023

### RESUMEN

El resumen en español en letra Cambria, 10 puntos. Tendrá En este trabajo se presenta un programa de formación en acción para el profesorado de matemáticas de los cursos 5 y 6 (10-12 años) de la Escuela Andorrana adaptando el *lesson study* para poder implementarlo a gran escala. El programa, *Andorran Lesson Study* (ALS) permitió superar limitaciones mediante la grabación y el visionado masivo de vídeos de clase, junto con sesiones de discusión previa y posterior. La combinación de observaciones y respuestas del profesorado evidenció una contribución significativa del ALS al desarrollo profesional en la enseñanza de las matemáticas, mediante un progreso notable en el aprovechamiento de oportunidades de aprendizaje, un catálogo más amplio de representaciones y la comunicación efectiva sobre y en torno a las matemáticas. El ALS contribuyó a mejorar la eficacia en el desarrollo de las competencias matemáticas promovidas por el currículo andorrano. En conclusión, el ALS se presenta como una alternativa viable para la formación continua del profesorado, permitiendo una adaptación logística y cultural a diferentes contextos escolares y organizaciones

**PALABRAS CLAVE:** Desarrollo profesional; estudio de clase; formación continua; profesorado de matemáticas.

## ***Exploring new strategies for mathematics teacher training: an expanded approach to Lesson Study for professional development in the Andorran school***

### **ABSTRACT**

This paper presents an in-action teacher training program for 5th and 6th grade (10-12 years-old) mathematics teachers in the Andorran school, adapted from the Lesson Study to be implemented on a large scale. The program, called Andorran Lesson Study (ALS), overcame limitations by recording and mass viewing classroom videos, combined with pre- and post-discussion sessions. The combination of teacher observations and feedback showed a significant contribution of ALS to professional development in math teaching, with notable progress in the utilization of learning opportunities, a wider range of mathematical representations, and effective communication about and around mathematics. ALS also contributed to improving the effectiveness of developing math competencies promoted by the Andorran curriculum. In conclusion, ALS is presented as a viable alternative for continuous teacher training, allowing for logistical and cultural adaptation to different school contexts and organizations.

**KEYWORDS:** Professional development; lesson study; continuing training; mathematics teachers.

### **Introducción**

El desarrollo profesional del profesorado de matemáticas es clave en la investigación educativa (Borko, 2004). Uno de sus objetivos es convertir el conocimiento, las experiencias y las creencias previas del profesorado en competencias profesionales (Alsina & Mulà, 2019). Para avanzar hacia una mejora del desarrollo profesional docente es requisito el diseño, implementación y evaluación de experiencias de formación continua, con un carácter dual y una naturaleza holística. Dual porque deben comprender dos fases, paralelas o consecutivas: formación de capacitación y de acompañamiento (Gamboa-Araya et al., 2022). Holística ya que en ambas formaciones es necesario abordar conjuntamente los contenidos disciplinares (matemáticos) y su didáctica, estrechamente interrelacionados (Ball et al., 2008; Carrillo-Yáñez et al., 2018).

En la educación matemática, la formación de capacitación se centra en el estudio de los contenidos matemáticos curriculares, analizando su fenomenología, las grandes ideas matemáticas subyacentes (Charles & Carmel, 2005), los problemas y tareas ricas que se pueden diseñar, el planteamiento de los procesos matemáticos, y la anticipación de obstáculos, dificultades, errores y posibles respuestas del alumnado (Montes et al., 2021). Por su parte, la formación de acompañamiento o en acción se caracteriza por una atención a los problemas que puedan surgir en la implementación de la formación

de capacitación y, en concreto, al análisis sobre cómo afrontar las dificultades derivadas del diseño e implementación de actividades formativas y de la respuesta del alumnado (Kyei-Blankson, 2014). De acuerdo con Ponte et al. (2009) y Henze et al. (2009), los docentes se desarrollan profesionalmente participando en prácticas sociales, en las que es necesaria una significativa retroalimentación procedente de la teoría y de agentes educativos de distintos contextos.

La formación continua debe atender las diferencias del profesorado, en tipo y enfoque de las experiencias formativas y en competencias que desarrollar (Henze et al., 2009). El *lesson study*, un método basado en el análisis de modelos de actuación didáctica mediante la observación, se presenta como un método de desarrollo profesional óptimo, pues permite disponer de vídeos de clases para, posteriormente, analizarlos grupalmente y reflexionar sobre lo observado con y entre el profesorado, es decir, representa un modelo de formación-acción de naturaleza colaborativa (Fernandez & Yoshida, 2012).

El objetivo de la investigación que aquí se presenta consiste en diseñar e implementar un programa de desarrollo profesional docente adaptando el *lesson study* al contexto de la Escuela Andorrana con profesorado de Educación Primaria (*Primera Ensenyança*), que denominaremos *Andorran Lesson Study* (ALS). Se muestra una descripción de la experiencia diseñada y los resultados de la implementación, que persiguen responder a tres preguntas de investigación: (1) ¿Cómo articular un programa de desarrollo profesional basado en el *lesson study* a gran escala y a distancia? (2) ¿En qué medida ha permitido al profesorado el programa ALS descubrir o reforzar aspectos matemáticos y didáctico-matemáticos? (3) ¿Cómo ha contribuido el programa ALS al desarrollo profesional del profesorado?

## **Marco teórico**

El *lesson study* se inició en Japón, con grados variables de éxito en otros países (Fernandez, 2002; Fernandez & Yoshida, 2012; Murata, 2011). Consiste en uno o más ciclos compuestos por varios elementos: el profesorado diseña una lección centrada en la resolución de problemas a partir de investigaciones exhaustivas previas sobre los materiales de la clase y esta clase es impartida por un docente observado por el resto del profesorado, para luego realizar una discusión grupal que evalúa los objetivos logrados (Clivaz & Takahashi, 2018). Se han realizado implementaciones adaptando este esquema a las características de cada contexto (Ní Shúilleabháin, 2017; Ponte et al., 2017; Winsløw et al., 2017), pero todas coinciden en un ciclo que abarca tres procesos: planificación, observación y reflexión —esta última es señalada como clave para el desarrollo de las competencias profesionales de los docentes (Alsina & Mulà, 2019), remitimos a la bibliografía para más detalle sobre estos procesos. Los resultados de investigaciones previas demuestran que, a pesar de las diferencias (Funghi, 2022; Ramploud et al., 2022), el *lesson study* tiene considerables beneficios, ya que mejora la enseñanza y el aprendizaje y explora formas efectivas de implementar actividades formativas alternativas (Clivaz & Takahashi, 2018).

Los programas de desarrollo profesional deben adaptarse a las características de cada contexto. Mellone et al. (2021) definen el marco de transposición cultural,

referido a la implementación de prácticas didácticas procedentes de culturas extranjeras en un contexto particular. El contexto andorrano se caracteriza por un currículo competencial, basado en la construcción del conocimiento a partir de la inducción y de la resolución de problemas, dejando espacio a la actividad del alumnado y referenciando la matemática del aula en un contexto próximo (Ministerio de Educación y Enseñanza Superior [MEES], 2022). Este enfoque requiere un conocimiento muy profundo por parte del profesorado sobre la matemática que aparece involucrada y sobre su didáctica para integrar la diversidad de pensamiento del alumnado, su conexión con la matemática objeto de aprendizaje y, finalmente, su conceptualización (Beltrán-Pellicer & Alsina, 2023; Muñiz-Rodríguez & Rodríguez-Muñiz, 2023; Rodríguez-Muñiz et al., 2022). El modelo competencial requiere que el profesorado participe de forma activa en el proceso de enseñanza-aprendizaje y, para investigar esta participación, nos hemos basado en las cinco fases para el diseño de actividades matemáticas competenciales en el aula propuestas por Alsina (2016), que se indican más adelante. Por otro lado, se ha asumido la formación continua del profesorado como una reconstrucción social del conocimiento (Alsina & Mulà, 2019), lo que ha generado un diseño de formación colaborativa en la que se coconstituye el conocimiento generado.

Partiendo de la consideración del profesorado como agente crucial en el éxito de una reforma curricular (Coles et al., 2023), los autores llevaron a cabo un informe diagnóstico durante los cursos 2019-2020 y 2020-2021. Este informe, de carácter interno y reservado, se realizó a partir de observaciones de aula y entrevistas con todos los agentes implicados (profesorado, directores, MEES, etc.). En las entrevistas, los docentes de primaria expresaron que se sentían inseguros sobre su conocimiento didáctico-matemático, sobre todo debido a su formación inicial, ya que algunos no habían tenido formación al respecto en su etapa universitaria.

Los aspectos clave surgidos del informe fueron: la *institucionalización de la matemática* al final de la secuencia de aprendizaje (Brousseau, 1997); la *metacognición*, resumiendo la matemática involucrada en cada sesión colaborativa y reflexivamente (Desoete & De Craene, 2019); la *sistematización y validación de las producciones del alumnado*, por parte del profesorado y del propio alumnado, comparando y observando características comunes y diferencias (Hattie & Timperley, 2007); la *representación*, promoviendo el uso de más de un tipo de representación matemática y realizando conexiones explícitas entre ellas (Alsina, 2016); las *conexiones intramatemáticas y extramatemáticas*, explícitas y coherentes, explicadas por parte del profesorado o evocadas por el alumnado (Alsina et al., 2021); evidencias de *conocimiento matemático* por parte del profesorado sobre los diferentes temas, prácticas y estructura de la temática presente en la actividad formativa y, por último, evidencias de *conocimiento didáctico-matemático*, referido al enfoque de la enseñanza, características del aprendizaje, estructura curricular. Estos aspectos, que están en línea con los procesos matemáticos descritos por el *National Council of Teachers of Mathematics* (NCTM, 2003), conforman los objetivos perseguidos para el aula durante el desarrollo del ALS, además de los objetivos de desarrollo profesional del profesorado.

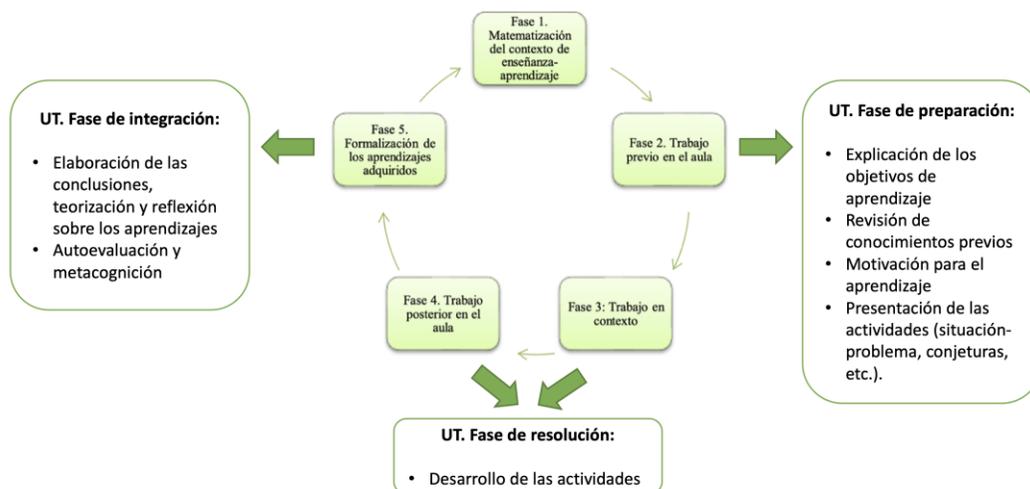
## Método

### Contexto

Andorra es un pequeño país enclavado en los Pirineos, en el que coexisten tres sistemas educativos: francés, español y andorrano. La *Escola Andorrana* consta de ocho escuelas (grados K-6, 6-12 años) y cuatro institutos (tres para los grados 7-10 y uno para los grados 11-12, 13-18 años). Los idiomas vehiculares para todas las asignaturas son el catalán y el francés (alternando en los grados impares y pares). En 2010-2011, el Ministerio inició un programa que se centró en el modelo de competencias (MEES, 2022). En la materia de matemáticas de primaria, se abordan tres: resolver problemas matemáticos y aplicaciones a la vida diaria, aplicar el razonamiento matemático a situaciones contextualizadas con las matemáticas, y comunicar conceptos, procesos y resultados matemáticos a través de una diversidad de representaciones. Este planteamiento se articula mediante unidades de aprendizaje (*unitats temporals*, UT en lo que sigue), cuya organización consta de tres fases (preparación, resolución e integración), divididas a su vez en subfases, cuya correspondencia con el modelo de Alsina (2016) se muestra en la Figura 1, dando coherencia al marco del ALS. Las UT habían sido diseñadas previamente por el Ministerio y constan con un programa detallado de objetivos de aprendizaje vinculados a las competencias evaluables, así como una secuencia didáctica completa que el profesorado debía aplicar de manera global.

**Figura 1**

*Correspondencia entre las fases de Alsina (2016) —ciclo central— y las fases de las UT andorranas. Elaboración propia a partir de Alsina (2016, p. 17).*



Una de las recomendaciones del informe diagnóstico previo fue reforzar la formación continua del profesorado de primaria mediante un programa de formación en acción (Kyei-Blankson, 2014) que permitiese la conexión entre la formación y la actividad diaria sobre la base de los aspectos clave mencionados en la sección anterior. Para ello, se diseñó el ALS, transposición del *lesson study* a la *Escola Andorrana*, implementado en 2021-2022 para apoyar la práctica del profesorado durante el despliegue de las nuevas UT en ese curso. Sobre esta base, el programa de desarrollo profesional ALS se sustentó en una adaptación de las fases descritas en la Figura 1.

## Participantes

La investigación se planteó de manera censal, al participar el conjunto del profesorado del tercer ciclo de primaria (5º y 6º cursos) de la *Escola Andorrana*, en total 21 docentes de 5º curso y 20 de 6º. Los perfiles académicos de este profesorado eran muy variados, tanto en la procedencia de la titulación (España o Francia), como en la propia titulación: grado en magisterio, pedagogía, filología francesa o catalana, ciencias experimentales (estos más escasos), y algunas personas con diferente formación de posgrado (solo una de ellas en didáctica de la matemática).

## Organización del ALS

La vocación censal unida a las dificultades derivadas, por un lado, de la pandemia del COVID-19 (aún presente en 2021-2022) y, por otro, de la diferente ubicación del equipo investigador y el profesorado, motivaron un planteamiento original y adaptado a la situación. Cada grupo de profesores de un nivel educativo fue dividido en dos subgrupos (denominados 5-A, 5-B, 6-A y 6-B, que contaron con 10, 11, 9 y 11 profesores, respectivamente). A cada grupo se le asignaron dos UT (de las cuatro que tiene cada curso) de manera que cada docente participó en dos UT alternas en el curso 2021-2022 (Figura 2) de modo que durante el ALS se analizaron la totalidad de las UT. En la posterior observación y discusión participaron todos los docentes de cada curso.

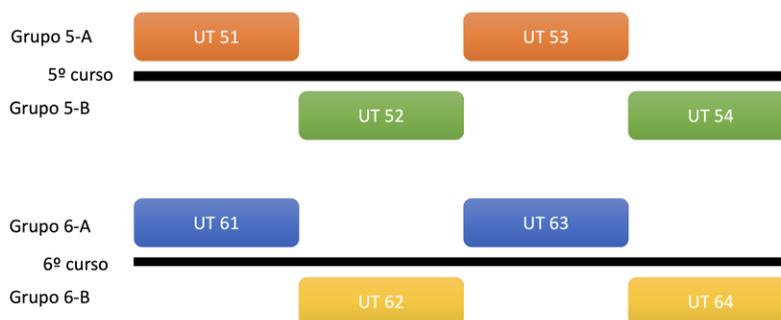
Cada ciclo de observación y discusión del ALS se organizó alrededor de una de las ocho UT y consistió en cuatro etapas: preparación de las sesiones de la UT, implementación (con grabación), análisis y discusión. Antes de cada UT, el equipo investigador realizó una sesión de presentación con el profesorado y jefes y jefas de estudio de todos los centros. Esta sesión fue impartida por los miembros del equipo investigador (cada uno se encargó de una o dos UT) y en ella se señalaron los objetivos de aprendizaje de cada UT y se anticiparon las posibles dificultades de la secuencia didáctica. Esta sesión se realizó de manera presencial para los dos primeros ciclos y online para los dos últimos.

Durante la implementación de cada UT, el profesorado correspondiente grabó en vídeo todas sus sesiones, compartió con el equipo investigador sus vídeos, y una muestra representativa de producciones del alumnado, cuando hubiera lugar a ello. El

equipo investigador visualizó y analizó todos los materiales subidos por cada docente durante toda la UT. Aproximadamente, se generaron unas 1200 horas de grabación de diferentes clases. Ha de señalarse que en 5º la lengua vehicular es el catalán y en 6º el francés, si bien en el aula se observa una notable diglosia entre ambas lenguas, que en ocasiones conviven también con el castellano. A este respecto, los vídeos se analizaron en el idioma original, resolviendo con el Ministerio los problemas de interpretación que surgieron. Las traducciones de las transcripciones que se incluyen en este trabajo han sido realizadas por los autores.

## Figura 2

Esquema de organización del ALS. Elaboración propia.



Al acabar cada UT, se realizó una puesta en común y discusión en la que participó todo el profesorado del curso correspondiente y en la que el equipo investigador seleccionó ejemplos de buenas prácticas identificadas respecto a los objetivos de aprendizaje de la UT y a los aspectos clave que se querían reforzar con la formación. Estos ejemplos se compartieron mostrando los fragmentos de vídeo. Además, se indicaron, sin personalizar y sin mostrar los vídeos, ejemplos de actuaciones que se consideraron no alineadas con los objetivos o que desaprovechaban oportunidades de aprendizaje en la UT. Estas cuestiones se indicaron de manera reservada en informes personales de retroalimentación, siempre que fue posible. Igualmente, el profesorado discutió las debilidades y fortalezas de la UT, indicando aspectos de mejora en su planteamiento y actividades y señalando obstáculos que se encontró en la interacción con el alumnado. Por lo tanto, respecto al ciclo habitual de la *lesson study* (Fernandez & Yoshida, 2012), la principal aportación del ALS es la modificación para poder afrontar una formación a gran escala y a distancia, llevando el análisis al final del ciclo, en lugar de tras cada sesión (Figura 3). Las sesiones de discusión fueron realizadas en noviembre de 2021, febrero de 2022, abril de 2022 y junio de 2022. La primera y la última se realizaron presencialmente y las dos intermedias, online.

### Figura 3

Ciclo del ALS. Elaboración propia.



### Instrumentos

Los vídeos grabados en cada sesión son un instrumento que se complementa con la información recogida en las cuatro sesiones de cierre llevadas a cabo con el profesorado. Tras ellas, además, se aplicó un cuestionario *ad hoc* elaborado por el equipo investigador, en el que se preguntó por la percepción respecto a la formación y su incidencia en las emociones del profesorado. La parte concerniente a las emociones no será objeto de análisis de este trabajo, ya que se recoge en Muñiz-Rodríguez y Rodríguez-Muñiz (2023).

### Metodología

Las observaciones de aula se analizaron conforme a una pauta elaborada por el equipo investigador en la que explícitamente se atendía a los aspectos clave identificados en el informe previo (Capomagi et al., 2022). Las respuestas abiertas en los cuestionarios se analizaron mediante codificación inductiva (Patton, 2002).

### Resultados

#### Observaciones de aula

En este apartado se indica la evolución observada durante el ALS en relación con los aspectos clave señalados anteriormente: la institucionalización, la metacognición, el conocimiento matemático, con sus respectivas conexiones intra y extramatemáticas, el conocimiento didáctico-matemático y los procesos de validación y de representación. No se trata de realizar un análisis pormenorizado de todas las observaciones realizadas (sería excesivamente extenso), sino de proporcionar una visión global de los resultados obtenidos en este estudio.

Comenzando con la *institucionalización*, se observa que, con frecuencia, después de que el alumnado ha realizado las actividades de las UT, no se explicitan las matemáticas

que han surgido, o bien se explicitan de forma superficial o incompleta, faltando un análisis más profundo de las propiedades de los conceptos matemáticos que vertebran las UT y que impide alcanzar los objetivos de la fase de integración (Figura 1). También, en algunas ocasiones, advertimos que la institucionalización se interpreta como una formalización con un nivel de abstracción inadecuado para la etapa educativa. A pesar de estas limitaciones, observamos buenas prácticas en las que los docentes, a partir de las respuestas del alumnado, institucionalizan adecuadamente los conceptos matemáticos. En la siguiente transcripción podemos ver un ejemplo de institucionalización, al abordar las diferencias entre poliedro regular e irregular y poliedro cóncavo y convexo. Previo a la transcripción, el alumnado de 5º ya había descubierto que existen algunos poliedros cuyas caras son polígonos regulares iguales y otros en los que no. Asimismo, se había observado que algunos poliedros permiten estampar sobre un papel todas las caras de la figura tridimensional, mientras que otros no lo permiten. Así, el docente institucionaliza los conceptos, mediante un diálogo con los estudiantes, interpellándolos y apoyándose en ejemplos previos trabajados durante la clase:

Docente: Todos los poliedros regulares, que tienen todas las caras iguales, están delimitados por polígonos iguales y que podemos estampar, se dice que son convexos.

Estudiante 1: Convexo es el icosaedro.

D: Sí, es convexo. Convexo quiere decir que las caras las puedo estampar sobre una superficie plana. Después vamos a hacer un esquema todos juntos para que no os olvidéis. [Toma un poliedro cóncavo] [...] Este poliedro se puede estampar y este [toma otro poliedro cóncavo] también, pero ¿qué va a pasar?

E1: Que no se pueden estampar todas las caras.

D: Había caras que se podían estampar, pero había otras que no. ¿Vale? Continúa siendo un poliedro, pero en este caso no es regular, porque no todas las caras son iguales, sería irregular. Pero como hay algunas que no las puedo estampar, decimos que son cóncavos. ¿Veis la diferencia?

E1: ¡Ah! Convexos y cóncavos.

E2: Entonces, ese no sé ... es en plan...

D: No es regular, porque no todas las caras son iguales. Aquí tenemos un... [señala una cara de un poliedro irregular cóncavo].

Todos: ¡Cuadrado!

D: Aquí tenemos un... [señala otra cara]

T: ¡Rectángulo!

D: ¿Y las demás?

T: Rectángulos

D: Por lo tanto, no es... Es un poliedro, porque tiene volumen, está en 3D, pero no todas sus caras son iguales, son diferentes.

E3: Y no es convexo.

D: Y no es convexo porque no podemos estampar todas las caras. Es un poliedro irregular...

E3: Cóncavo.

Respecto a la *metacognición*, la gran mayoría del profesorado realiza al inicio de las sesiones una evocación de lo aprendido con anterioridad (fase de preparación, Figura 1). Sin embargo, esta práctica es menos frecuente en la finalización de las sesiones, o bien se lleva a cabo por parte únicamente del docente, sin la participación efectiva del alumnado. Aunque el desarrollo de las UT siempre concluye con una fase de integración

que recoge la metacognición (Figura 1), la duración tan extensa de las UT llevó, en su momento, a la recomendación de realizar breves resúmenes de lo aprendido al final de cada sesión, sin menoscabo de la fase de integración, para evitar que mediara tanto tiempo entre la actividad y la última fase de la UT. Se muestra a continuación un extracto de una clase de 6º que ilustra el tipo de resumen de evocación al comienzo de la clase que se buscaba y que mayoritariamente se logró:

D: ¿Quién recuerda lo que hemos aprendido sobre las fracciones en la sesión de mates anterior, por favor? [Interpela a E1].

E1: Aprendimos que...  $1/2$  es igual que  $2/4$ .

D: Que, por ejemplo  $1/2$  es igual que  $2/4$ , es verdad. ¿Y cómo se dice que son esas fracciones?

E2: Fracciones equivalentes.

D: Que son fracciones equivalentes. Las fracciones equivalentes, son aquellas que representan una misma cantidad, pero se expresan con números y cifras diferentes. ¿Qué más hemos aprendido?

E2: Que también son equivalentes a las anteriores  $4/8$  y  $8/16$ .

D:  $4/8$  y  $8/16$ . ¿Y cómo se hace para probar que dos fracciones son equivalentes? [Interpela a E3].

E3: Multiplicando por el mismo número y después dividir por el mismo número.

D: Muy bien. ¿Multiplicando y dividiendo el qué?

E3: Eh... La primera o la...

D: Estudiante 4, ayúdala. ¿Multiplicando y dividiendo el qué?

E4: Multiplicamos... eh... el nominador (*sic*) y el denominador...

D: Numerador, nominador no, numerador.

E4: Numerador y denominador por el mismo número para avanzar la fracción.

D: Para ampliar la fracción, no avanzar, ampliar, multiplicamos por el mismo número el numerador y el denominador. Para reducir la fracción y encontrar una fracción equivalente... ¿E4?

E4: Tenemos que dividir.

D: Tenemos que dividir. ¿Qué dividimos?

E4: El numerador.

D: El numerador y ... ¿E4?

E4: Y el nominador (*sic*)

D: No, y el denominador, por el mismo número. ¿Recordamos todos lo que son fracciones equivalentes?

T: ¡Sí!

Como se observa, el docente guía la discusión con el alumnado y recaba información sobre su aprendizaje, al tiempo que matiza o corrige los términos, afianzando la institucionalización, mientras que el alumnado evoca lo aprendido previamente al comenzar la sesión. En otros ejemplos se observa que el momento del resumen matemático de la sesión se utiliza para realizar una validación entre iguales. A continuación, se muestra un extracto del final de una clase de 6º en la que se han realizado pesadas de objetos para estudiar las relaciones entre peso y volumen. La docente lanza preguntas al alumnado sobre lo que se ha aprendido, promoviendo la metacognición y ayudando al alumnado en esa construcción (sin esperar a la fase de integración):

D: ¿Qué hemos hecho? ¿De qué hemos hablado?

Varios: De peso, de volumen.

D: ¿De qué más?

E1: De regletas.

D: ¿De qué más, E2?

E2: De cómo se diferencian peso y volumen.

D: Muy bien, ¿y algo más? ¿E3? ¿E4?

E5: Del peso.

D: Bien, del peso, y ¿algo más?

E2: Que se puede tener diferente peso y el mismo volumen.

D: ¿De algo más, E6?

Cuando hablamos del peso...

E6: De la diferencia entre peso y volumen.

D: ¿Qué aprendimos de la diferencia?

E6: Que cuando el peso es, por ejemplo, grande, el volumen es la distancia.

D: ¿Qué distancia?

E6: No sé cómo explicar, por ejemplo, 2 cm.

D: ¿Recuerdas qué forma tenía el objeto que tomaste?

E6: Era un cubo.

D: El cubo tiene un volumen, tú lo pesaste. Al compararlo con otros objetos diferentes, en la balanza, ¿tenían el mismo peso?

E6: Sí.

D: ¿O sea que dos cuerpos pueden tener el mismo peso y diferente volumen?

T: Sí.

D: ¿Y pueden tener diferente peso y volumen?

T: Sí.

D: ¿Y el mismo volumen y diferente peso?

T: Sí.

La participación del alumnado en los procesos de *validación*, como en el ejemplo anterior, así como la reflexión y *sistematización* de las producciones durante las fases de preparación y de resolución de la UT (Figura 1) fue otra de las líneas de refuerzo durante el ALS. Se había observado que el alumnado realizaba muchas producciones y que apenas se aprovechaban para construir conocimiento sobre ellas. En este aspecto se apreció una notable mejoría, encontrando en los vídeos de las últimas UT mucha más sistematización. En el siguiente extracto de una clase de 6º se muestra cómo, tras manipular objetos de diferente composición y forma, la docente pide al alumnado que exprese verbalmente sus hallazgos, escribe estos hallazgos y anima a la reflexión del alumnado sobre su posible generalización, introduciendo cuantificadores verbales para matizar la argumentación, promoviendo la comunicación matemática:

D: ¿Cuál es la relación entre el volumen y el peso?

E1: [D escribe mientras E1 habla] cuando tiene volumen, el objeto tiene un peso, pero si es una forma plana no, porque es solamente un dibujo.

D: ¿Qué más? ¿E2?

E2: Si hay un volumen ... hay [el estudiante tiene problemas al vehicular en francés] ... más peso

D: ¿Quieres decir que si hay más volumen hay más peso?

E2: Si el volumen cambia más, el peso cambia más.

D: Podemos decir [escribe] a mayor volumen, mayor peso tendrá.

E2: Sí.

D: Entonces, pregunto, yo tengo una burbuja [muestra una burbuja de plástico, hueca] y tengo otra burbuja más grande, según esto tiene más peso la burbuja mayor [el alumnado asiente]. Pero, si comparo esta burbuja con una canica [muestra una canica maciza] pequeña, ¿la burbuja pesa más que la canica?

V: No.

D: Entonces, esto que hemos escrito de que “a mayor volumen, mayor peso”, ¿será cierto siempre?

T: No.

E3: Es solo si son del mismo material.

D: ¡Vale! Entonces añadimos “del mismo material” a lo que dijo E2. [Interpela a E4] ¿Y si son de distinto material, esto es cierto?

E4: También.

D: ¿También, E5?

E5: No.

D: Bueno, esto lo tendremos que ir viendo...

El uso de diferentes registros de *representación*, otro de los objetivos de la formación, se trabajó mediante distintas vías. Por un lado, la tradición del uso de manipulativos en la *Escola Andorrana* facilitó seguir la secuencia CPA (concreto, pictórico, abstracto—véase Leong et al., 2015) mediante el uso de diferentes manipulativos físicos y virtuales con los que se suelen realizar la fase de preparación y la de resolución (Figura 1), aunque fue necesario insistir, paralelamente a la institucionalización de las matemáticas, en alcanzar, en los momentos adecuados, la fase de representación abstracta. Por otro lado, además del trabajo dirigido hacia el alumnado, se insistió en que el profesorado manejase diferentes representaciones, por ejemplo, en el tema de las fracciones, promoviendo el uso de modelos diferentes al modelo circular, al trabajar con fracciones equivalentes, o en el de estadística, utilizando diferentes tipos de gráficos. Respecto al registro de *representación* verbal, se detectaron algunos obstáculos derivados del contexto de poliglosia y la terminología específica. Por ejemplo, la media y la mediana se corresponden en catalán con *mitjana* y *mediana*, respectivamente. Los obstáculos surgieron por el significado de “mitad” que evoca *mitjana*, generando confusión con mediana.

En cuanto a las *conexiones intra y extramatemáticas*, se apreciaron mejoras sustanciales, a través de conexiones de simplificación, de complejización y transversales. En el fragmento siguiente se observa una conexión intramatemática de complejización (en el sentido de Carrillo-Yáñez et al., 2018). En 6º, se están tratando los movimientos del plano, el docente adelanta el concepto de coordenadas cartesianas y su significado como distancia:

D: Eso son coordenadas sobre el espacio, ¿sí? El primero [señala un número] es la  $x$  y el segundo [señala otro número], es la  $y$ . Esta línea horizontal es la  $x$  y la vertical es la  $y$ . Mirad, este punto está en el  $(15, 5)$ . Es como cuando hicimos lo de  $(1, c)$  o  $(3, a)$ ; es lo mismo, pero en los ejes  $X$  e  $Y$ . Son distancias.

Encontramos más ejemplos de conexiones extramatemáticas que de intramatemáticas. El planteamiento de las UT favorece estas conexiones, ya que la situación problema con la que se inicia siempre surge en un contexto realista. Por

ejemplo, planteando el concepto de simetría a través del estudio de la naturaleza (flores, mariposas, etc.) o de obras de arte (el Taj Mahal).

El último objetivo del ALS, comprobado a través de las observaciones, era enriquecer el *conocimiento del profesorado*, tanto desde el punto de vista matemático como desde el didáctico-matemático. Por ejemplo, en la UT sobre fracciones, en 6º, se trabajaron en la sesión inicial los significados de una fracción con diversas formas y materiales ya que se observó que habitualmente se trabajan con ejemplos prototípicos como tartas o pizzas. Este conocimiento se hizo patente en muchas de las observaciones, como se aprecia en el siguiente extracto, en el que el docente favorece la desvinculación de la unidad con la totalidad:

D: ¿Qué representa 1?

E1:  $\frac{3}{4}$

E2: Una fracción.

D: ¿Una fracción?

E2: No.

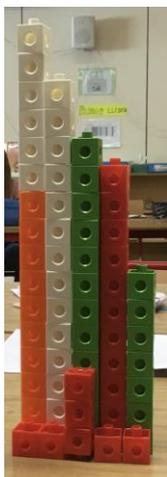
E3: Una tarta, por ejemplo. Toda la tarta.

D: 1 representa la totalidad, ¿1 implica que su valor sea 1? Ejemplo: 20 € La unidad puede tomar valores diferentes, que divido en partes iguales.

También se apreciaron mejoras notables en las oportunidades de aprendizaje generadas a partir de un uso eficiente de manipulativos, lo que supone una ampliación del conocimiento didáctico-matemático del profesorado. Vemos un ejemplo en 5º, cuando se plantea una situación de recuento manipulativo (Rodríguez-Muñiz et al., 2021), sobre el número de horas a la semana que dedica al estudio un grupo de escolares (Figura 4).

#### Figura 4

*Representación manipulativa del recuento del número de horas de estudio por alumno.*  
Fuente: elaboración propia.



A partir de la producción del alumnado, la docente desarrolla la idea de media aritmética como reparto equitativo:

D: Tal y como lo tenemos aquí [Figura 4] y sin hacer cuentas, ¿cómo haríamos para que todos tuvieran lo mismo?

E1: Le doy este a este, este a este [señala los policubos indicando cómo los movería].

D: A ver... [se aleja para monitorizar a otro grupo, mientras el alumnado de este grupo manipula la representación, igualando todas las barras a la altura de la más pequeña, quitando las piezas por exceso]... No, pero tiene que haber las mismas piezas que había al principio porque, si no, estás quitando, no estás repartiendo.

E2: ¡Ah! ¡Con todas!

D: Eso [el grupo vuelve a colocar las piezas sobrantes, repartiéndolas entre las barras]... Entonces, ahora, sí habéis repartido todas las piezas que teníamos al principio a partes iguales entre todos los niños, esto que nos ha salido es el valor que llamamos media. Así que la media sería...

T: ¡Doce!

D: Doce, muy bien. O sea que, si todos los alumnos estudiaran las mismas horas, ¿sería?

T: Doce horas.

D: Hemos repartido todas las horas que estudian los alumnos a partes iguales entre los 5 alumnos y nos han salido 12 horas, a ese valor lo llamamos media.

## Respuestas a los cuestionarios

Además de los aspectos afectivos (discutidos en Muñiz-Rodríguez & Rodríguez-Muñiz, 2023) se planteó, tras cada ciclo del ALS, un cuestionario de dos preguntas abiertas sobre la percepción de cambio en el conocimiento matemático y en el conocimiento didáctico-matemático del profesorado participante. Al finalizar el curso, se planteó a todo el profesorado otro cuestionario con una única pregunta abierta sobre la percepción de la utilidad de la formación. Las respuestas a estas preguntas se describen a continuación.

La pregunta sobre el conocimiento matemático era: “¿Qué aspectos de las matemáticas de la UT ha reforzado o descubierto con esta formación? ¿Ha cambiado su percepción respecto a algún contenido matemático?” Las respuestas obtenidas se pueden dividir en cuatro categorías:

- Profundización de conceptos: 16 participantes mencionan que han reforzado conceptos matemáticos, en general (“He reforzado todos, ya que las matemáticas me cuestan bastante”, UT52), y 25 especifican conceptos —volumen, perímetro, área, polígonos regulares, fracciones, operaciones, etc.— (“He reforzado mucho la parte de las operaciones y me ha gustado hacerlo”, UT 51).
- Cambio en la percepción: 25 respuestas mencionan que, tras la formación, ven las matemáticas de una forma más manipulativa (por ejemplo, en las transformaciones en el plano abordadas con GeoGebra) o las conectan con la reflexión (“He aprendido a cómo enseñar nuevos conceptos de manera diferente a la tradicional. Dejar pensar/reflexionar a los alumnos para llegar a la solución. Ponerles en situación para solucionar el problema”, UT54). También se señala la relevancia de identificar procesos matemáticos (NCTM, 2003) que venían

utilizando de manera algo naif.

- Metodología y enfoque: 17 participantes mencionan que han aprendido nuevas formas de plantear las matemáticas escolares, conectándolas más con la acción de aula (“He observado que estamos más acostumbrados en el cómo hacer que en el concepto. Los alumnos no están acostumbrados a este tipo de ejercitación/reflexión/análisis”, UT61).
- Utilidad de las matemáticas: 7 respuestas destacan la utilidad de las matemáticas en la vida cotidiana y la importancia de mejorar la comprensión y la resolución de problemas (“Sí me ayuda en algunas cosas. Por ejemplo, ver ejemplos de la vida”, UT64).

Además de estas cuatro categorías, debemos señalar que en las respuestas tras el segundo ciclo del ALS observamos una mayor profundidad que en las respuestas tras el primero. Así, tras el segundo ciclo se mencionan aspectos como la metacognición, la necesidad de argumentación de las respuestas, o la construcción social de las matemáticas mediante trabajos en grupo.

La segunda pregunta, sobre conocimiento didáctico-matemático, era: “Respecto a la didáctica de estos conceptos (cómo enseñarlos y cómo aprenderlos, qué recursos utilizar, etc.), ¿ha aprendido algo? ¿Ha cambiado su conocimiento previo respecto a la didáctica de algún contenido de la UT?” Respecto a qué se ha aprendido, 23 de 69 respuestas inciden en promover y favorecer la reflexión del alumnado. Se señala mayoritariamente que dejar tiempo para que el alumnado elabore sus propias conjeturas y dé respuestas mejora notablemente el proceso de aprendizaje, se indica la oportunidad de encontrar buenas preguntas que guíen el proceso y de fomentar la participación reflexiva, tanto individual como grupalmente. También hay respuestas que apuntan a recursos específicos: Tangram, GeoGebra, recursos gráficos estadísticos, el muro de las fracciones, etc. En cuanto a cómo ha cambiado su conocimiento didáctico-matemático, algunos docentes consideran que no ha cambiado sustancialmente, pero otros señalan la búsqueda de ejemplos y contraejemplos, la comprensión de la práctica de manera productiva, el encaje de las fases de las UT con la secuencia CPA y la importancia de considerar la representación abstracta en la fase de integración, o una mejor gestión del tiempo en el aula.

Finalmente, se planteó como cierre la pregunta: “Tras esta formación, ¿ha cambiado su percepción respecto al enfoque competencial de la educación matemática? ¿Cree que la formación le ayudará a plantear las próximas UT?” Las respuestas indican que la mayoría de los participantes experimentaron cambios en su percepción. Algunos mencionaron haber mejorado aspectos como la argumentación en sus respuestas, la definición más precisa de los conceptos y el correcto uso del lenguaje matemático, las formas de validación de las respuestas del alumnado y, sobre todo, dejar tiempo y espacio en las UT para que el alumnado descubra por sí mismo. Otros, participantes consideraron que la formación les ha proporcionado nuevas ideas y herramientas para plantear próximas UT. Sin embargo, algunos aún se sienten inseguros respecto al enfoque competencial y reclaman más formación y más tiempo para aplicarlo adecuadamente. En general, la mayoría considera que la formación ha sido enriquecedora y útil para mejorar su práctica docente.

## Discusión y conclusiones

Este trabajo partía de tres preguntas de investigación, que organizan la discusión. La primera era: (1) ¿Cómo articular un programa de desarrollo profesional basado en el *lesson study* a gran escala y a distancia? Los resultados del ALS evidencian que una organización basada en la grabación y visionado masivo de vídeos de clase, combinada con sesiones de discusión previa y posterior (Figura 3), puede ser una solución para suplir los inconvenientes del *lesson study* cuando se cuenta con limitaciones de tiempo, de espacio y de personal. En este sentido, se produce no solamente una transposición cultural (Mellone et al., 2021), adaptándolo a las características del contexto escolar andorrano, sino una adaptación logística. La estructura definida en el ALS es reescalable y exportable a otros contextos escolares y adaptable a diferentes organizaciones en función de la cantidad de profesorado participante, el número de personas disponibles para realizar la observación y las oportunidades de mantener encuentros antes, durante y después de la observación entre el profesorado y el equipo investigador. En este sentido, nuestro trabajo se suma a anteriores adaptaciones del *lesson study* (Ní Shúilleabháin, 2017; Ponte et al., 2017; Winsløw et al., 2017), presentando como principal novedad el cambio de escala que supone el ALS y su integración como programa de desarrollo profesional basado en la acción de aula.

Respecto a la segunda pregunta de investigación (¿En qué medida ha permitido al profesorado el programa ALS descubrir o reforzar aspectos matemáticos y didáctico-matemáticos?), los resultados evidencian que se produce una resignificación de las matemáticas enseñadas por parte del profesorado, en un proceso de deconstrucción y reconstrucción como el de Alsina y Mulà (2019). En esta resignificación se ve involucrado, al mismo tiempo, el conocimiento matemático y el didáctico-matemático (Ball et al., 2008) del profesorado, en una mutua retroalimentación, como evidencian las respuestas a los cuestionarios (por ejemplo, la manipulación como recurso didáctico que hace pensar en la matemática de una manera nueva). También se aprecia una mayor profundización en los aspectos que resultaban claves al plantear el programa del ALS, si bien en algunos de ellos aún no se ha logrado la mejora considerada. Así, se observa que, respecto a la institucionalización de las matemáticas, aunque ha habido un progreso de las primeras a las últimas UT, el avance logrado no es aún suficiente. Los resultados muestran secuencias muy apropiadas de institucionalización, pero también hay casos en los que esta no está presente ni siquiera en la fase de integración de la UT (Figura 2). Algo similar ocurre con el resumen matemático vinculado a la metacognición. Parte del profesorado reconoce en las respuestas a los cuestionarios que aún necesita más formación matemática y didáctica al respecto, pero otros señalan dificultades derivadas del tiempo para preparar las sesiones o la propia estructura de las UT, lo que es consistente con las denominadas oposiciones jerárquicas en Ramploud et al. (2022) y con las objeciones manifestadas respecto a la estructura de la formación en Funghi (2022).

Sin embargo, en otros de los aspectos claves del diseño formativo del ALS, los resultados (ejemplificados en las transcripciones) muestran un progreso muy notable. Se aprovechan oportunidades de aprendizaje que en las observaciones previas pasaban desapercibidas. Se utilizan los materiales con una finalidad didáctica más allá de la propia manipulación, vinculándolos a los objetivos de aprendizaje. Se consigue un

catálogo más amplio de representaciones matemáticas entre las que se establecen conexiones. Y, finalmente, se promueve una comunicación efectiva sobre y en torno a las matemáticas presentes en el aula, siempre con la resolución de un problema (la situación inicial de la UT) como eje vertebrador de la actividad del aula. En definitiva, mediante el ALS, los aspectos matemáticos y didáctico-matemáticos del conocimiento del profesorado se ven reforzados en un proceso social de desarrollo profesional (Henze et al., 2009).

La tercera pregunta de investigación era: (3) ¿Cómo ha contribuido el programa ALS al desarrollo profesional del profesorado? En este caso, la combinación de las observaciones con las respuestas del profesorado a los cuestionarios evidencia una contribución significativa del ALS, apreciada de forma positiva por los participantes. Por un lado, la formación ha contribuido a mejorar la eficacia en el desarrollo de las competencias matemáticas que promueve el currículo andorrano (MEES, 2022), como queda de manifiesto en las respuestas a los cuestionarios, ya que se han logrado una mayor comunicación, una mejora de los procesos de argumentación y una mayor profundidad en la matemática institucionalizada en cada UT. Estas evidencias indican una mejor comprensión del modelo competencial por parte del profesorado, la cual, en sintonía con Beltrán-Pellicer y Alsina (2022), es una condición necesaria para su buen funcionamiento. Por otro lado, la propia dinámica de trabajo que se estableció con el ciclo del ALS contribuyó a que el profesorado, al tiempo que se desarrollaba profesionalmente, adquiriera un mayor protagonismo en la definición, implementación y revisión de las UT, es decir, el profesorado se constituyó en un agente activo en el cambio curricular, lo cual supone otra condición necesaria para su eficacia (Coles et al., 2023). El nivel creciente de profundización en las respuestas del profesorado a las preguntas abiertas y la mayor cantidad de oportunidades de aprendizaje suscitadas en las sesiones de puesta en común del ALS evidencian, asimismo, un aumento en la capacidad de autocrítica, que se respalda tanto en las respuestas que demandan una mayor formación como en las que reconocen niveles de inseguridad (cuestión analizada con más detalle en Muñoz-Rodríguez y Rodríguez-Muñoz, 2023).

Señalamos a continuación las limitaciones más relevantes de esta investigación. En primer lugar, a pesar de que se trata de un estudio censal (lo que elimina la limitación de la representatividad), la participación obligatoria del profesorado en este modelo de formación puede estar generando efectos difíciles de controlar, especialmente en las respuestas a los cuestionarios anónimos. La poca literatura previa sobre estudios a esta escala también limita nuestra capacidad de comparación de los resultados. Podría haber sesgos derivados de los planteamientos teóricos del equipo investigador, que comparte postulados, que se superpongan a las fases de triangulación de los resultados. Por último, el trabajo en un entorno trilingüe puede haber generado problemas de interpretación lingüística. En el futuro, se plantea que la formación vaya incorporando mayores grados de autonomía del profesorado, tanto en el diseño de las UT como en su implementación.

A modo de conclusión, el ALS se ha revelado como un marco eficaz de formación en acción basado en el *lesson study*, ampliando el conocimiento matemático y didáctico-matemático del profesorado participante y contribuyendo a su desarrollo profesional potenciando su participación como agente del cambio curricular.

### **Agradecimientos**

Esta investigación ha sido financiada por el MEES de Andorra. Los autores agradecen su apoyo económico, así como la participación y colaboración de docentes, personal directivo y del MEES.

### **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, L.J.R.M y L.M.R.; metodología, A.A.G., L.J.R.M. y L.M.R.; investigación, todos los autores; análisis de datos, M.A.C., A.A.G., I.G.H. y E.L.F.; redacción del borrador original, M.A.C., A.A.G., I.G.H., E.L.F. y L.M.R.; revisión y edición, L.J.R.M. y L.M.R.; supervisión, L.J.R.M. y L.M.R.; administración del proyecto, L.J.R.M.

### **Referencias**

- Alsina, Á. (2016). Diseño, gestión y evaluación de actividades matemáticas competenciales en el aula. *Épsilon*, 33(1), 7–29.
- Alsina, A., Maurandi, A., Ferre, E. y Coronata, C. (2021). Validating an instrument to evaluate the teaching of mathematics through processes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 559–577. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10064-y>
- Alsina, Á. y Mulà, I. (2019). Advancing towards a transformational professional competence model through reflective learning and sustainability: The case of mathematics teacher education. *Sustainability*, 11(15), 4039. <https://doi.org/10.3390/su11154039>
- Ball, D. L., Thames, M. H. y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special. *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389–407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Beltrán-Pellicer, P. y Alsina, Á. (2022). La competencia matemática en el currículo español de Educación Primaria. *Márgenes Revista de Educación de la Universidad de Málaga*, 3(2), 31–58. <https://doi.org/10.24310/mgnmar.v3i2.14693>
- Borko, H. (2004). Professional development and teacher learning: Mapping the terrain. *Educational researcher*, 33(8), 3–15. <https://doi.org/10.3102/0013189x033008003>
- Brousseau, G. (1997). *Theory of didactical situations in mathematics*. Kluwer Academic Publishers.
- Capomagi, G., Rodríguez-Muñiz, L.J. y Benvenuti, S. (2023). Il lesson study come strategia di ricerca: un esempio presso il Principato di Andorra. En C. Manolino y R. Minisola (Eds.), *Atti del Convegno La Formazione dei Docenti di Matematica tra continuità e innovazione: il Lesson Study, 3-4 novembre 2022* (en prensa).
- Carrillo-Yáñez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L.C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, Á., Ribeiro, M. y Muñoz-Catalán, M. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK)

- model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236–253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Charles, R.I. y Carmel, C.A. (2005). Big ideas and understandings as the foundation for elementary and middle school mathematics. *Journal of Mathematics Education*, 7(3), 9–24.
- Clivaz, S. y Takahashi, A. (2018). Mathematics lesson study around the world: Conclusions and looking ahead. En M. Quaresma, C. Winsløw, S. Clivaz, J.P. da Ponte, A. Ní Shúilleabháin y A. Takahashi (Eds.), *Mathematics lesson study around the world: Theoretical and methodological issues* (pp. 153–164). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7_9)
- Coles, A., Rodríguez-Muñoz, L.J., Chee-Mok, I.A., Ruiz, A., Karsenty, R., Martignone, F., Osta, I., Ferretti, F. y An Nguyen, T. T. (2023). Teachers, Resources, Assessment Practices: Role and Impact on the Curricular Implementation Process. En Y. Shimizu y R. Vithal (Eds.), *Mathematics Curriculum Reforms Around the World* (pp. 291–321). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-031-13548-4_18)
- Desoete, A. y De Craene, B. (2019). Metacognition and mathematics education: An overview. *ZDM Mathematics Education*, 51, 565–575. <https://doi.org/10.1007/s11858-019-01060-w>
- Fernandez, C. (2002). Learning from Japanese approaches to professional development: The case of lesson study. *Journal of Teacher Education*, 53(5), 393–405. <https://doi.org/10.1177/002248702237394>
- Fernandez, C. y Yoshida, M. (2012). *Lesson study: A Japanese approach to improving mathematics teaching and learning*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781410610867>
- Funghi, S. (2022). Cultural transposition of lesson study: Primary pre-service teachers' beliefs after a workshop. En C. Andrà, D. Brunetto, F. Ferretti y L.J. Rodríguez-Muñoz (Eds.), *Mathematics teachers' and students' views: insights from innovative perspective in affect-related research* (en prensa). Springer.
- Gamboa-Araya, R., Hidalgo-Mora, R. y Castillo-Sánchez, M. (2022). La implementación de los programas de estudio de Matemática en primaria desde la visión de la persona docente. *Uniciencia*, 36(1), 177–207. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.36-1.11>
- Hattie, J. y Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of educational research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Henze, I., van Driel, J.H. y Verloop, N. (2009). Experienced science teachers' learning in the context of educational innovation. *Journal of Teacher Education*, 60(2), 184–199. <https://doi.org/10.1177/0022487108329275>
- Kyei-Blankson, L. (2014). Training math and science teacher–researchers in a collaborative research environment: implications for math and science education. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 12(5), 1047–1065. <https://doi.org/10.1007/s10763-013-9444-6>
- Leong, Y.H., Ho, W.K. y Cheng, L.P. (2015). Concrete-Pictorial-Abstract: Surveying its origins and charting its future. *The Mathematics Educator*, 16(1), 1–18.
- Mellone, M., Pacelli, T. y Liljedahl, P. (2021). Cultural transposition of a thinking classroom: to conceive possible unthoughts in mathematical problemsolving activity. *ZDM Mathematics Education*, 53, 785–798. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01256-z>

- Ministeri d'Educació i Ensenyament Superior [MEES] (2022). *Pla Estratègic per a la Renovació i Millora del Sistema Educatiu Andorrà*. <https://www.educacio.ad/sistema-educatiu-andorra/permsea>
- Montes, M., Pascual, M. y Climent, N. (2021). Un experimento de enseñanza en formación continua estructurado por el modelo MTSK. *Revista Latinoamericana de Investigación en Matemática Educativa*, 24(1), 83–104. <https://doi.org/10.12802/relime.21.2414>
- Muñiz-Rodríguez, L. y Rodríguez-Muñiz, L.J. (2023). Teachers' emotions during a professional development program based on lesson study. *La matematica e la sua didattica* (en prensa).
- Murata, A. (2011). Introduction: Conceptual Overview of Lesson Study. En L. Hart, A. Alston y A. Murata (Eds.), *Lesson Study Research and Practice in Mathematics Education*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9\\_1](https://doi.org/10.1007/978-90-481-9941-9_1)
- NCTM (2003). *Principios y estándares para la educación matemática*. Servicio de Publicaciones de la SAEM Thales.
- Ní Shúilleabháin, A. (2017). Enacting curriculum reform through lesson study in the Irish post-primary mathematics classroom. En M. Quaresma, C. Winsløw, S. Clivaz, J. P. da Ponte, A. Ní Shúilleabháin y A. Takahashi (Eds.), *Mathematics lesson study around the world: Theoretical and methodological issues* (pp. 65–85). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7_4)
- Patton, M. (2002). *Qualitative research and evaluation methods*. Sage Publications.
- Ponte, J.P. da, Quaresma, M., Mata-Pereira, J. y Baptista, M. (2017). Fitting lesson study to the Portuguese context. En M. Quaresma, C. Winsløw, S. Clivaz, J.P. da Ponte, A. Ní Shúilleabháin y A. Takahashi (Eds.), *Mathematics lesson study around the world: Theoretical and methodological issues* (pp. 87–103). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7\\_5](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7_5)
- Ponte, J., Zaslavsky, O., Silver, E., Borba, M., Van den Heuvel-Panhuizen, M., Gal, H., Fiorentini, D., Miskulin, R., Passos, C., de La Rocque Palis, G., Huang, R. y Chapman, O. (2009). Tools and Settings Supporting Mathematics Teachers' Learning in and from Practice. En R. Even y D. Ball (Eds.), *The Professional Education and Development of Teachers of Mathematics* (pp. 185–209). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-0-387-09601-8\\_20](https://doi.org/10.1007/978-0-387-09601-8_20)
- Ramploud, A., Funghi, S. y Bartolini, M.G. (2022). Chinese lesson study: critical aspects of transfer from China to Italy. *International Journal for Lesson & Learning Studies*, 11(2), 147–169. <https://doi.org/10.1108/IJLLS-04-2021-0031>
- Rodríguez-Muñiz, L.J., Muñiz-Rodríguez, L. y Aguilar González, Á. (2021). El recuento y las representaciones manipulativas. Los primeros pasos de la alfabetización estadística. *PNA*, 15(4), 311–338. <https://doi.org/10.30827/pna.v15i4.22511>
- Rodríguez-Muñiz, L.J., Ferrando, I. y Montejo-Gámez, J. (2022). Oportunidades, retos y necesidades de la educación matemática. *Cuadernos de Pedagogía*, 531, 14–19.
- Winsløw, C., Bahn, J. y Rasmussen, K. (2017). Theorizing lesson study: Two related frameworks and two Danish case-studies. En M. Quaresma, C. Winsløw, S. Clivaz, J.P. da Ponte, A. Ní Shúilleabháin y A. Takahashi (Eds.), *Mathematics lesson study around the world: Theoretical and methodological issues* (pp. 123–142). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7\\_7](https://doi.org/10.1007/978-3-319-75696-7_7)

## Tareas en la formación inicial de maestros para la construcción de conocimiento especializado para la enseñanza de las matemáticas

M.<sup>ª</sup> Isabel PASCUAL MARTÍN  
Nuria CLIMENT RODRÍGUEZ  
Myriam CODES VALCARCE  
Juan Pedro MARTÍN DÍAZ  
Luis Carlos CONTRERAS GONZÁLEZ

### Datos de contacto:

M.<sup>ª</sup> Isabel Pascual Martín  
Universidad de Huelva  
[isabel.pascual@ddcc.uhu.es](mailto:isabel.pascual@ddcc.uhu.es)

Nuria Climent Rodríguez  
Universidad de Huelva  
[climent@ddcc.uhu.es](mailto:climent@ddcc.uhu.es)

Myriam Codes Valcarce  
Universidad de Huelva  
[myriam.codes@ddi.uhu.es](mailto:myriam.codes@ddi.uhu.es)

Juan Pedro Martín Díaz  
Universidad de Huelva  
[juan.martin@ddcc.uhu.es](mailto:juan.martin@ddcc.uhu.es)

Luis Carlos Contreras González  
Universidad de Huelva  
[lcarlos@uhu.es](mailto:lcarlos@uhu.es)

Recibido: 30/03/2023  
Aceptado: 10/06/2023

### RESUMEN

La formación inicial de maestros, en relación con la enseñanza de las matemáticas, constituye un reto que debe afrontarse desde los resultados de investigación sobre conocimiento profesional propios del área. Estas investigaciones han permitido desarrollar un modelo sobre el conocimiento especializado del profesor de matemáticas que puede usarse para estructurar programas y tareas de formación de profesores. Nuestro objetivo es reflexionar sobre la evolución de las tareas formativas propuestas en un curso de didáctica de la geometría en el Grado de Maestra/o de Primaria, como consecuencia de la transferencia de resultados de investigación. El foco de la tarea se sitúa en la construcción de la definición de polígono y en la ejemplificación como herramienta de enseñanza. Realizamos un análisis de contenido del diseño e implementación de la tarea en dos momentos (con datos de la videograbación y producciones de los estudiantes para maestro). Se constata que la movilización de conocimiento didáctico del contenido es más evidente en el segundo momento de implementación, en parte por el papel del análisis de un video de una clase real de Primaria. Los resultados ponen de manifiesto la importancia de una mirada teórica sobre el conocimiento que se pretende construir con las tareas formativas.

**PALABRAS CLAVE:** conocimiento especializado; matemáticas; formación del profesorado; tareas profesionales.

## ***Tasks for the construction of specialised knowledge for mathematics teaching in preservice teacher education***

### **ABSTRACT**

Preservice teacher education, related to mathematics teaching, is a challenge that must be addressed taking into account research on professional knowledge in the area. This research has made it possible to develop a model of mathematics teacher specialised knowledge that can be used to structure teacher training programmes and tasks. Our aim is to reflect on the evolution of the training tasks proposed in a geometry didactics course in Primary Education Degree, as a consequence of transferring research results. This study focuses on the construction of the definition of polygon and exemplification as a teaching tool. We conducted a content analysis of the design and implementation of a task at two points in time (with data from the video recording and prospective teachers' productions). It was found that the mobilisation of pedagogical content knowledge is more evident in the second moment of implementation, partly due to the role of the analysis of a real primary school lesson video-recorded. The results highlight the role of a theoretical view about the professional knowledge that the training tasks are intended to build.

**KEYWORDS:** specialised knowledge; mathematics; teacher education; professional tasks.

### ***Introducción***

En la formación inicial del profesorado de matemáticas debe mobilizarse un conocimiento disciplinar que los estudiantes para maestro (en adelante EPM) a priori conocen, aunque se ha constatado que es débil (Lloyd, 2006). Por ello, debemos enfrentar a los EPM a situaciones que les concedan oportunidades para reconstruir y desarrollar ideas matemáticas útiles y potentes.

Pero la reconstrucción del conocimiento matemático, siendo necesaria, no es suficiente. Se requieren tareas basadas en escenarios de aula realistas que capturen cuestiones matemáticas clave e incluyan también aspectos esenciales como la gestión en el aula, situando a los EPM ante la complejidad de las situaciones del aula, donde abordar problemas del aprendizaje matemático (Biza et al., 2015).

Swan (2007) abunda en estos principios para el diseño de tareas, enfatizando la importancia de centrarse en obstáculos conceptuales significativos y características esenciales de las situaciones de enseñanza-aprendizaje matemático. Se generan así tareas destinadas a fomentar la discusión de conceptos, representaciones y conceptualizaciones erróneas, abriendo el camino para pensar en posibilidades de gestión alternativa.

La investigación ha proporcionado amplia evidencia de que trabajar con videos de lecciones de aula desarrolla habilidades reflexivas de los futuros maestros (Borko et al., 2011). Después de intervenciones basadas en videos, éstos se fijan más en los

alumnos (que en el profesor), en las matemáticas en juego (a expensas de cuestiones pedagógicas generales), son más descriptivos que evaluativos y usan más argumentos teóricos (Vondrová, 2019). Así, movilizan no solo conocimiento matemático, sino sobre todo, conocimiento didáctico del contenido.

Nuestra propuesta se sustenta en el modelo de conocimiento especializado del profesor de matemáticas (MTSK) (Carrillo et al., 2018), que se ha revelado útil para organizar y analizar tareas formativas en estudios anteriores (Climent et al., 2016; Montes et al., 2019).

El objetivo de este trabajo es reflexionar, en el sentido de Schoenfeld y Kilpatrick (2008), sobre la evolución de una tarea formativa centrada en la construcción de la definición de polígono que ha sido propuesta en un curso de didáctica de la geometría en el Grado de Maestra/o de Primaria, como consecuencia de la transferencia de resultados de investigación. Para ello, nos centraremos en mostrar cómo el modelo MTSK influye en la evolución del diseño y gestión de dicha tarea formativa. Presentaremos dos momentos del diseño de la tarea, analizando tanto el conocimiento didáctico del contenido pretendido como el movilizado en el aula de formación.

## **Marco conceptual**

En adelante, profundizaremos en los elementos teóricos con los que se alinea nuestra propuesta formativa reflexionando sobre el modelo MTSK como estructurador de la formación, la práctica matemática de definir y la ejemplificación en el aula de matemáticas.

### **El Modelo de Conocimiento Especializado del profesor de matemáticas en formación inicial**

En este trabajo, nos centraremos en cómo se construye conocimiento didáctico del contenido matemático en el aula de formación inicial de maestros, usando la perspectiva del modelo MTSK.

El modelo MTSK mantiene la división entre conocimiento matemático y conocimiento didáctico del contenido (PCK) (Shulman, 1986), y aporta la inclusión de las creencias y la consideración de la especialización del conocimiento profesional en su totalidad. Otra de las aportaciones del modelo MTSK es su detalle en la descripción de distintos subdominios y categorías de conocimiento. Profundizaremos en la descripción de los subdominios del PCK, por ser el foco de este trabajo.

El PCK surge de la reflexión sobre las matemáticas en relación con su enseñanza, su aprendizaje y su secuenciación y, en consecuencia, se divide en tres subdominios: conocimiento de la enseñanza de las matemáticas (KMT), conocimiento de las características del aprendizaje de las matemáticas (KFLM), y conocimiento de los estándares de aprendizaje de las matemáticas (KMLS). La enseñanza sobre un tópico debe incluir consideraciones respecto de las distintas teorías sobre la enseñanza del contenido; sobre estrategias, técnicas, tareas y ejemplos de enseñanza; y sobre posibles recursos. Todo ello formaría parte del KMT del profesor. Asimismo, con el foco en el aprendizaje (KFLM), la enseñanza involucra consideraciones respecto de las principales fortalezas y dificultades; las formas de interacción con el contenido

matemático que manifiestan los estudiantes; posibles teorías sobre cómo se aprenden estos contenidos; e intereses y expectativas habituales de los estudiantes hacia el aprendizaje de contenidos matemáticos. Por último, el KMLS se refiere a consideraciones respecto de los distintos niveles de secuenciación y aprendizajes esperados en distintos grupos de edad.

### **La práctica de definir y la ejemplificación**

En el proceso de construcción de un concepto matemático se ven involucradas dos prácticas matemáticas: definir y clasificar, que pueden considerarse complementarias (Muñoz-Catalán et al., 2013) dado que la definición de un concepto puede ser vista como el criterio para clasificar casos en ejemplos o no ejemplos del concepto (Haj-Yahya et al., 2021). De hecho, para Shir y Zaslavsky (2001), la construcción de una definición requiere previamente de la clasificación de ejemplos y no ejemplos.

El propio Freudenthal (1973) ya reclamaba que en las escuelas los estudiantes construyeran una definición, en lugar de darles directamente una. Como este autor, muchos otros han defendido la potencialidad de “definir” como práctica matemática escolar, tan importante como resolver problemas o demostrar (De Villiers, 1998). Recibir una definición dada, en general, no resulta en una comprensión del concepto. Así, la imagen del concepto en muchas ocasiones es inconsistente con su definición, siendo más fuerte en la comprensión del mismo la imagen que la definición (Hershkowitz, 1989). Estos resultados, constituyen la base del conocimiento de la enseñanza (KMT) que es objetivo de la tarea, en relación con la categoría de *Estrategias, técnicas, tareas y ejemplos*, en el contexto del modelo MTSK.

En esta diferenciación entre imagen del concepto (que incluye todos los ejemplos, atributos y procesos que un aprendiz asocia al concepto) y definición del concepto (los atributos que son necesarios y suficientes para construir una definición) se destaca el carácter personal del proceso de construcción de un concepto. De este modo, la imagen y la definición de un concepto puede ser diferente de un aprendiz a otro y en un mismo aprendiz en diferentes momentos (Haj-Yahya et al., 2021). El conocimiento del papel de la imagen y la definición de un concepto en su aprendizaje constituye conocimiento sobre *teorías de aprendizaje* (KFLM). Es habitual que determinados ejemplos, denominados prototípicos, sean considerados por el aprendiz como representativos del concepto por exceso de exposición a los mismos, de modo que se convierten en la imagen de referencia en la comparación con otros ejemplos (Hershkowitz, 1989). Este efecto de los ejemplos prototípicos y la inconsistencia entre definición e imagen del concepto se ha documentado ampliamente tanto en estudiantes de niveles obligatorios como en profesores en ejercicio y futuros profesores (Hilf, 2021) (KFLM, *fortalezas y dificultades*).

En este artículo nos centraremos en definiciones descriptivas (Sinclair et al., 2016). Estas parten de un conjunto de propiedades de un concepto conocido que son analizadas hasta obtener un subconjunto de propiedades necesarias y suficientes para definir el concepto.

En el proceso de construcción de definiciones cobra especial relevancia las actividades de ejemplificación que, como práctica docente, involucra conocimiento interconectado de diferente naturaleza (Bills et al., 2006). El aprendizaje de esta

práctica vehicula la construcción de conocimiento didáctico del contenido matemático, cuando se incluyen consideraciones de secuenciación de los ejemplos (KMT – Estrategias, técnicas, tareas y ejemplos) e interacción de los alumnos con el contenido matemático (KFLM – Formas de interacción con el contenido matemático). En relación con la variación de los elementos matemáticos, tomamos como referente los aportes de Kullberg et al. (2017) sobre las dimensiones de variación de un concepto, entendiendo que la apreciación que hacen los EPM de lo que puede variar o no en el concepto, contribuye a que tomen conciencia de las ventajas y limitaciones de diferentes ejemplos en el aula de primaria. Asimismo, consideraremos el uso de ejemplos extremos y no ejemplos (aquellos que, satisfaciendo algunas de las características definitorias, no cumplen alguna otra, Bills et al., 2006).

## Método

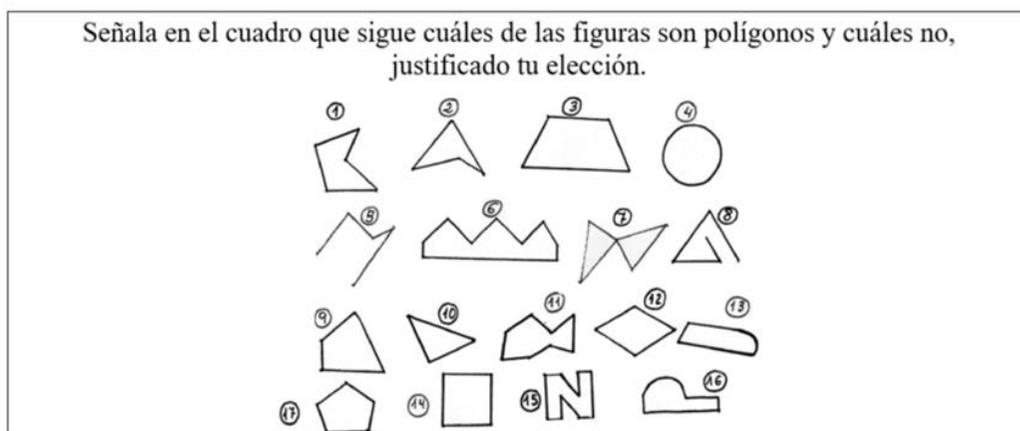
Bajo la perspectiva de una investigación de diseño (Cobb & Gravemeijer, 2008), nos ocupamos del diseño e implementación de tareas para la formación inicial del Maestro de Primaria (en concreto en el Grado en Educación Primaria en la Universidad de Huelva), divididas en actividades concretas.

La tarea inicial (momento 1) se diseñó a partir de un vídeo de una clase de quinto de Primaria que los EPM no visualizan. En el vídeo, la maestra presenta a sus alumnos una ficha con un conjunto de diecisiete figuras planas, indicándoles que algunas son polígonos y otras no, y les pide que identifiquen de forma argumentada cada tipo.

A los EPM, tras una breve descripción de lo que ocurre en la clase de Primaria, se les plantean tres actividades. La primera de ellas consiste en presentarles la misma ficha utilizada por la maestra con idénticas indicaciones a las dadas a sus estudiantes (Figura 1).

### Figura 1

#### Actividad 1 – Momento 1



A la acción de señalar cuáles de las 17 figuras planas son polígono y cuáles no, con su argumentación correspondiente, se acompaña una indicación acerca de los aspectos sobre los que queremos que reflexionen: ¿Con qué argumentos acordamos incluir o no a determinadas figuras como polígonos? ¿Cuáles son las razones que hemos manejado? ¿Por qué puede interesar incluir o no determinadas características en el concepto de polígono? ¿Hay una definición única de polígono? ¿Qué podrían aprender los alumnos de primaria con una actividad como esta? ¿Qué interés tiene frente a haberles dado una definición? ¿Es la definición un descubrimiento o una construcción? Esta actividad ha de concluir con una definición de polígono dada por los EPM.

En la segunda actividad se pide a los EPM que, sobre la base de la definición dada en la actividad anterior, decidan si la siguiente figura (Figura 2) es o no un polígono:

## Figura 2

### Actividad 2 – Momento 1



Finalmente, en la tercera actividad, se les pide que busquen y comparen definiciones de polígono en libros de Primaria. La selección de los libros y las definiciones depende de su propio criterio.

La tarea del segundo momento forma parte de un proyecto de investigación educativa<sup>1</sup> en el que se pretendía diseñar tareas para la formación inicial de maestros de Primaria partiendo del análisis de vídeos de aula de Primaria, seleccionados y editados para tal fin.

En primer lugar, se plantea a los EPM el visionado de una clase real en la que se está construyendo la definición de polígono en quinto de Primaria. En este momento, el vídeo es de un maestro que saca una figura de cartulina, que resulta ser un rectángulo, de una bolsa opaca y la pega en la pizarra. No se da ninguna instrucción para la distinción entre figuras y sucesivamente diferentes niños van extrayendo figuras y deciden si la colocan en algún grupo ya hecho o en otro, sin explicitar el criterio de clasificación. A partir de la clasificación obtenida, en dos grupos (Figura 3), construyen una definición de polígono.

<sup>1</sup> *Un experimento de enseñanza sobre el uso de material didáctico multimedia en la formación de maestros de Primaria*. XX Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente, Investigación Educativa y de Intercambio entre Empresas e Instituciones de la Universidad de Huelva (2018/2019).

En un primer visionado, los EPM anotan libremente qué aspectos relacionados con la enseñanza y aprendizaje observan en la sesión y, posteriormente, realizan un segundo visionado atendiendo a indicadores dados en una tabla de análisis (Montes et al., 2022). Ambos análisis se realizan de modo individual y se ponen en común en el gran grupo.

En una sesión posterior, se les propone una segunda actividad que pretende reflexionar sobre la ejemplificación como estrategia para la enseñanza. En este caso se plantea el análisis del conjunto de ejemplos que se usa en el vídeo del aula de Primaria para construir la definición de polígono. Así, a partir de la lectura de Kullberg et al. (2017), se les plantea completar una tabla de valoración (Figura 3) y, a continuación, si añadirían más figuras.

**Figura 3**

*Actividad 2 – Momento 2*



INDICADOR	VALORACIÓN (de 1 a 5)
<b>Variabilidad en las posiciones:</b> cómo el conjunto de ejemplos contempla o no los distintos apoyos de las figuras, evitando las posiciones prototípicas	
<b>Variabilidad de las características:</b> capacidad del conjunto de ejemplos para poner de relieve los elementos que pueden distinguir unas figuras de otras.	
<b>Potencialidad para generar grupos que describa propiedades comunes:</b> grado en el que las figuras propuestas permiten clasificaciones en distintos subgrupos.	
<b>Variabilidad en los elementos de los mismos grupos:</b> capacidad del conjunto de ejemplos para evidenciar agrupaciones múltiples en las que se observen la confluencia de distintas propiedades.	
<b>Capacidad para abarcar ejemplos extremos:</b> grado en el que el conjunto de ejemplos permite la construcción de figuras cuyas características no son evidentes a primera vista	

Ambas tareas fueron desarrolladas por el mismo formador en dos momentos temporales distintos. Los EPM que participaron, cursaban el cuarto curso del grado y, aunque habían cursado tres materias de Didáctica de la Matemática organizadas por temas, esta asignatura es la primera que cursaban sobre Didáctica de la Geometría. Las sesiones fueron videograbadas y se recogieron las producciones de los estudiantes en el segundo momento de implementación. Las grabaciones en vídeo de las implementaciones en los dos momentos fueron transcritas y, para este artículo, hemos analizado el conocimiento movilizado en el aula usando como instrumentos de análisis los subdominios y categorías del conocimiento didáctico del contenido, PCK, del modelo MTSK. Estos, se han aplicado a los fragmentos de información seleccionados en procesos de identificación paralelos entre los investigadores, garantizando así la fiabilidad, siguiendo la metodología de análisis de contenido (Krippendorff, 1980). Los episodios seleccionados se compararon y consensuaron bajo indicadores de claridad y acuerdo entre los autores.

Centrarnos en el PCK tiene dos motivos. El primero, la dificultad de promover su

construcción en la formación inicial (Climent et al., 2016). El segundo, que uno de nuestros objetivos del diseño en el momento 2 era reforzar su promoción. De aquí que en este artículo reflexionemos especialmente sobre el uso del modelo MTSK para el diseño de tareas formativas para la construcción de conocimiento didáctico del contenido.

## ***Diseño e implementación de una tarea profesional***

### **Evolución en el diseño de una tarea**

En las dos tareas propuestas pueden identificarse características comunes. Ambas se centran en el desarrollo de conocimiento especializado (desde la perspectiva del MTSK), abordando de modo integrado conocimiento matemático y didáctico del contenido. Las dos tareas se sitúan en escenarios de aula realistas y se enfocan en una cuestión matemática clave, la construcción de la definición de polígono, directamente relacionada con la formación del concepto (Biza et al., 2015).

Sin embargo, pueden identificarse diferencias, que muestran una evolución en su diseño.

En primer lugar, si bien en el momento 1 el punto de partida que inspira las actividades es el video de una clase real de Educación Primaria, la clase real no es objeto de estudio por parte de los EPM, sino que son los formadores los que extraen elementos de la clase (la tarea que propone la maestra en el aula) para diseñar las actividades formativas. Frente a esto, en las actividades del momento 2, el vídeo se convierte en fuente de reflexión directa para los EPM.

En segundo lugar, en el segundo diseño se espera que el análisis del vídeo lleve a un cuestionamiento de la situación que motive la siguiente actividad (ejemplificación). De este modo, al análisis de una situación de aula se añade la profundización en un aspecto didáctico-matemático significativo de la misma, con una mirada fundamentada en aportaciones de la investigación en Educación Matemática.

En tercer lugar, en las actividades del momento 1, el punto de partida es de carácter eminentemente disciplinar (Figura 1), bajo el supuesto de que es necesario una reflexión sobre el contenido para poder hacer una reflexión didáctica (Agathangelou & Charalambous, 2021). Por el contrario, en el momento 2, la actividad inicial es la observación de fragmentos de la videograbación de una clase real de Primaria para movilizar tanto MK como PCK.

De manera global, el cambio en el diseño se debe a la pretensión de sumergir a los EPM en la complejidad de una situación real de aula y en hacer un mayor énfasis, en relación con la profundización y sistematización, en el desarrollo de PCK, incluyendo aportaciones de la investigación.

En las tablas que siguen se presentan a modo comparativo el conocimiento especializado que se pretende construyan los EPM con las tareas de los diferentes momentos (Tabla 1, Tabla 2 y Tabla 3).

**Tabla 1**

*KMT pretendido en las tareas de los momentos 1 y 2*

	MOMENTO 1	MOMENTO 2
Estrategias, técnicas, tareas y ejemplos	Tareas para aprender la práctica matemática de definir y el concepto de polígono Ejemplos prototípicos y consecuencias en el aprendizaje Gestión y validación en el aula de matemáticas	Tareas para aprender la práctica matemática de definir y el concepto de polígono Ejemplos para la enseñanza de la construcción de una definición de polígono
Recursos	Definiciones de polígono en los libros de texto	Recursos para la enseñanza de la práctica matemática de definir y el concepto de polígono
Teorías de enseñanza	Uso de la ejemplificación en la enseñanza, dimensiones de variación y transparencia de ejemplos	

**Tabla 2**

*KFLM pretendido en las tareas de los momentos 1 y 2*

	MOMENTO 1	MOMENTO 2
Fortalezas y dificultades	Ejemplos prototípicos y consecuencias en el aprendizaje	Estrategias de pensamiento y dificultades de los alumnos en relación con la construcción de una definición de polígono Dificultades de aprendizaje derivadas de la enseñanza del concepto de polígono (incluyendo ejemplos prototípicos)
Formas de interacción		Ideas intuitivas en relación con la construcción de una definición de polígono Características de la imagen mental sobre polígonos de los alumnos de Primaria
Teorías de aprendizaje	Imagen y definición de un concepto geométrico	Imagen y definición de un concepto geométrico

**Tabla 3**

*KMLS pretendido en las tareas de los momentos 1 y 2*

	MOMENTOS 1 y 2
Expectativas de aprendizaje	Resultados de aprendizaje esperado en 5º EP en relación con la definición de polígono

La atención sobre el aprendizaje de la práctica matemática de definir y del concepto de polígono está presente en ambos momentos. También se persigue la construcción de conocimiento sobre actividades escolares para el aprendizaje de definir, en relación con el concepto de polígono (Tabla 1), sirviendo la actividad analizada (momento 1) y

la observada (momento 2) como ejemplos de ello. Están presente igualmente en los dos momentos los ejemplos prototípicos y sus consecuencias en la restricción de la imagen del concepto de los estudiantes de Primaria (KFLM), ya que tanto en el momento 1 como en el momento 2 se presentan ejemplos en posiciones no prototípicas. A esto se añade en el momento 2, la construcción de conocimiento sobre teorías de enseñanza relativas a la ejemplificación en la enseñanza de la matemática, con la lectura de Kullberg et al. (2017) y su aplicación en la tabla de valoración.

El papel de los ejemplos prototípicos en el aprendizaje matemático va acompañado de la toma de conciencia de la construcción de una imagen mental y una definición ligadas al aprendizaje de un concepto geométrico (Tabla 2), discusión que se va integrando en los dos momentos de implementación.

En el momento 2 se pretende que los EPM extraigan estrategias de pensamiento y dificultades de los alumnos, así como ideas intuitivas, al realizar el análisis del vídeo con la plantilla propuesta. Esto vendría posibilitado por la observación de estudiantes de Primaria en un contexto real de aprendizaje, mientras que es más difícil en el tipo de tareas del momento 1, al no haberse incluido producciones (reales o simuladas) de estudiantes de Primaria. Puede apreciarse, en este sentido, que en las tareas del momento 1 el foco en la construcción de KMT y KFLM tiene carácter teórico o hipotético. Sin embargo, se espera que la inclusión del vídeo en el momento 2 permita el inicio de construcción de conocimiento a partir del KFLM (expectativa apoyada por experiencias previas, (Climent et al., 2016). No obstante, en los dos momentos, la construcción de KMLS emerge durante la discusión sobre otros subdominios de conocimiento y se limita a reflexionar sobre qué es esperable en el nivel observado.

En síntesis, en la tarea implementada en el momento 2 respecto a la del 1, se incorpora la construcción de conocimiento sobre cómo interaccionan los estudiantes con definir y la definición de polígono y se fortalece el análisis de los ejemplos en la enseñanza de los contenidos. El cambio de foco pretendía que los EPM pudieran profundizar en cuestiones de conocimiento didáctico del contenido estableciendo nexos entre conocimiento teórico (teoría de la variación) y conocimiento práctico diferido (a través del análisis del vídeo).

### **Evolución en el conocimiento didáctico del contenido movilizado en el aula**

El análisis del conocimiento movilizado en los dos momentos de la tarea pone de manifiesto la evolución descrita anteriormente. En el primer momento de implementación de la tarea, la mayoría de intervenciones de los EPM evidencian conocimiento matemático y es el formador quien ofrece la oportunidad de movilizar conocimiento didáctico del contenido.

En primer lugar, comenzaremos exponiendo evidencias de PCK movilizado en la implementación de los dos momentos de la tarea formativa, referidos a *tareas para aprender la práctica matemática de definir y el concepto de polígono*.

A lo largo de la puesta en práctica del primer momento de la tarea formativa, vemos cómo el formador alude en varias ocasiones a elementos del PCK, pero el carácter eminentemente disciplinar de la tarea dificulta que los EPM cambien de foco. Así, en el primer extracto, vemos cómo el formador explicita la posible transferencia a la enseñanza en Educación Primaria, ofreciendo la posibilidad de movilizar conocimiento didáctico del contenido de forma interrelacionada:

Formador: Esto [...] lo puedo trasladar a Primaria [...] ¿Hay una única manera de definir polígono? ¿Hay una manera correcta? ¿O hay varias posibilidades? Si los niños de primaria hicieran esto, ¿qué aprenderían? Qué es más interesante: ¿definir polígono y ver lo que son ejemplos, poner ejemplos de polígonos? ¿O construir la definición entre todos sobre la base de los ejemplos?

Interpretamos que se puede movilizar KMT (estrategias, técnicas, tareas y ejemplos) en tanto que la actividad que los EPM vivencian en el aula formativa puede ser trasladada a Educación Primaria, actuando el formador como modelo de profesor en el sentido de *modelling* (Rojas et al., 2021). La invitación del formador a evaluar la actividad en términos del aprendizaje de los alumnos sitúa el foco del conocimiento potencialmente movilizado en las ventajas o limitaciones de las aproximaciones inductivas para el aprendizaje de las matemáticas (KFLM, teorías de aprendizaje).

Por otra parte, en el segundo momento de la tarea, y gracias a la visualización del vídeo, se ha movilizado PCK sin intervención explícita del formador. La actividad analizada constituye un modelo de enseñanza imitable que vehicula la movilización de otras categorías de conocimiento didáctico del contenido. La puesta en común de las notas individuales de los EPM en relación con el ítem *Estrategias de pensamiento y dificultades de los alumnos e ideas intuitivas*, informa de PCK movilizado:

EPM1: El segundo alumno que se levanta, coge un triángulo y, digamos que, no sabe en qué lado lo va a poner.

Formador: ¿Tú por qué crees que duda?

EPM1: Yo creo que duda porque no sabe si lo va a clasificar en un polígono regular o un polígono no regular.

Formador: ¿Sí? ¿Qué otra razón puede tener el niño?

EPM2: Que ha contado los lados, ha contado tres y cuatro...

Formador: Es que el criterio para clasificar no ha sido dado, pero eso es importante. Ahora tenemos que reflexionar sobre si a la hora de clasificar hay que dar un criterio o si es bueno que no haya criterios para que los criterios emerjan.

En este momento, el formador y los EPM discuten sobre distintas aproximaciones en la enseñanza de la práctica de clasificar, lo que brinda la oportunidad de movilizar conocimiento relativo a las potencialidades y limitaciones de una tarea de enseñanza (KMT, estrategias, técnicas, tareas y ejemplos). Además, las aportaciones sobre el tipo de clasificación esperable en alumnos de Educación Primaria, regularidad y número de lados, suponen un indicio de conocimiento movilizado sobre las características de aprendizaje de las matemáticas (KFLM, formas de interacción con un contenido matemático). Al hilo de este episodio, otro EPM pone el foco en el maestro y el formador amplía el foco de atención a la tarea:

EPM4: Me ha llamado la atención que el profesor trata de dirigir al alumno cuando va a poner la figura, porque la iba a poner separada y quiere que la ponga junto a la otra.

Formador: Vamos a entrar en esta cuestión un poquito más a fondo, fijaos que el triángulo sale como segunda figura. Yo no sé si esto es buena o mala suerte respecto al objetivo del profesor, porque, ¿el niño hubiera dudado si lo que hubiera salido es la ameba?

EPMs: No, no (generalizado)

Formador: Claro, es que tiene la mala suerte, entre comillas, que lo que le sale es algo que tiene cosas en común con la primera figura, pero lo que le puede estar resultando diferencial al niño es que son triángulo frente a cuadrilátero. [...] Imaginad que en lugar de ignorar cada niño lo que va a sacar, están repartidas por el suelo, mezcladas de manera que todas estuvieran a la vista. Discriminar lo que tienen en común solo dos figuras es más complejo que discriminar lo que tienen en común 18 figuras.

La reflexión comienza con la aportación de un EPM sobre la actuación del maestro en una situación de contingencia, en la que la respuesta del alumno, aunque correcta, no se alinea con el objetivo de la actividad (KMT, estrategias, técnicas, tareas y ejemplos). Esta aportación da pie a que el formador enfoque la reflexión hacia el conocimiento de las características de la tarea, respecto a su carácter abierto, para dar explicación a la actuación del docente (KMT, estrategias, técnicas, tareas y ejemplos). Además, le permite reflexionar sobre el papel de la secuenciación de ejemplos en la construcción de la definición de polígono cuando hace referencia al segundo ejemplo y compara la potencialidad de la figura con forma de ameba frente al triángulo (KMT, estrategias, técnicas, tareas y ejemplos). Por otro lado, la respuesta generalizada sobre el papel de la figura con forma de ameba en la secuenciación de ejemplos supone un indicio de conocimiento movilizado en el aula sobre la diferenciación del carácter rectilíneo frente a curvilíneo en los alumnos de primaria (KFLM, formas de interacción).

En ambos momentos se desarrolla el conocimiento pretendido *tareas para aprender la práctica matemática de definir y el concepto de polígono*; no obstante, a la luz de las evidencias obtenidas, podemos afirmar que la visualización del vídeo ha permitido movilizar PCK de forma directa, mientras que en el primer momento el conocimiento se moviliza en forma de oportunidades.

Continuamos exponiendo evidencias de PCK extraídas de las reflexiones sobre ejemplificación. La parrilla de aspectos a observar tras el visionado del vídeo del segundo momento de implementación llevaba al EPM a valorar los ejemplos empleados por el maestro. No ocurre así en el primer momento, donde la discusión sobre la ejemplificación en aula de Primaria no se explicita, sino que se desarrolla de forma implícita a través del análisis que hacen los propios EPM de las figuras para construir la definición de polígono (Figuras 1 y 2).

Por ejemplo, durante el segundo momento de implementación, en el vídeo que analizan los EPM, se observa cómo el maestro saca una caja de tizas para añadir elementos que diferencien las figuras planas de los cuerpos tridimensionales en la definición de polígono, esto provoca una reflexión sobre el uso de no ejemplos:

EPM3: Lo de las aristas sale cuando el profesor coge las cajas de las tizas, ¿no?, de modo que sí se ha trabajado, vamos, no se ha trabajado, pero se ha hablado de figuras tridimensionales.

Formador: Estás entrando en el ámbito de los ejemplos, que forma parte de uno de los criterios de aquí [*parrilla de aspectos a observar*], es decir, que usa un no ejemplo para caracterizar lo que sí son ejemplos

EPM3: Claro, y ya él [el maestro] puede decir que lo que tiene en la pizarra representado son figuras planas y ya son los niños los que dicen que eso [*la caja de tizas*] no es una figura plana.

En esta intervención, hay indicios de que la EPM3 moviliza conocimiento didáctico del contenido relacionado con el uso de no ejemplos (KMT, estrategias, técnicas, tareas y ejemplos), cuando llama la atención sobre el uso de la caja de tizas para advertir la cualidad de los objetos relativa a su dimensión. Como respuesta, la intervención del formador facilita la movilización de conocimiento didáctico del contenido sobre el uso de ejemplos y no ejemplos para definir conceptos (KMT, estrategias, técnicas, tareas y ejemplos) y sirve como detonante para la movilización de conocimiento didáctico relacionado con la práctica de ejemplificar como teoría de enseñanza (KMT, teorías de enseñanza).

Sin embargo, el conocimiento movilizado en el primer momento de implementación está relacionado, principalmente, con los elementos matemáticos que conforman la definición de polígono. Encontramos indicios de conocimiento movilizado sobre el uso de no ejemplos como herramienta para construir la definición de polígono cuando se discute por qué determinadas figuras son o no polígonos. Durante la tarea, se usan los no ejemplos para fijar los límites de la definición de polígono que se está construyendo, no obstante, recae en los EPM la responsabilidad de identificar e incorporar esa dinámica en su conocimiento de la enseñanza de las matemáticas.

Siguiendo con el conocimiento movilizado sobre ejemplificación en el segundo momento de la tarea formativa, cuando se pregunta a los EPM por el conjunto de ejemplos proporcionado, un EPM repasa en los ejemplos extremos y su uso en la enseñanza:

EPM2: Si se le diera un polígono que tenga más lados, que pueda llegar a formar un círculo. No un círculo, pero que tenga lados iguales y parezca un círculo, lo pueden clasificar en el otro lado [como no polígono].

EPM3: Pero los niños ya han trabajado eso, en cuarto ya se han trabajado los polígonos

En la intervención se observa que el EPM2 moviliza conocimiento especializado sobre el uso de ejemplos extremos (KMT, técnicas, estrategias, tareas y ejemplos) y sobre las características de aprendizaje (KFLM, fortalezas y dificultades) cuando especula que la proximidad de la imagen de un polígono regular de muchos lados a la de un círculo, puede ser motivo de confusión al momento de clasificar dicha figura en polígono o no polígono. Asimismo, en la intervención de la EPM3 se moviliza conocimiento sobre secuenciación con temas anteriores ya que sabe que en quinto de primaria el alumnado ya conoce algunas características de los polígonos, por lo que ya han estudiado en el curso anterior (KMLS, secuenciación con temas anteriores).

En la segunda parte de la tarea formativa del segundo momento, cuando se les pide a los EPM que valoren la *Capacidad para abarcar ejemplos extremos en el conjunto de ejemplos* que propone el profesor del vídeo, vuelve a movilizarse conocimiento didáctico del contenido:

Aunque las figuras empleadas no se restringen a las que aparecen normalmente en los libros de texto, es cierto que no aparecen ejemplos extremos que impliquen una comprensión profunda de cada uno de los conceptos [...]

Los ejemplos extremos podrían ser una herramienta potente para la construcción de la propia definición de polígono.

[Producción escrita de una EPM de la Actividad 2 – Momento 2]

Apreciamos que vuelve a movilizarse conocimiento sobre qué son los ejemplos prototípicos (KMT, Estrategias, técnicas, tareas y ejemplos), que en los libros de texto se abusa en ocasiones de ellos (KMT, recursos materiales y virtuales) y sobre el uso didáctico de los ejemplos extremos (KMT, Estrategias, técnicas, tareas y ejemplos), lo que reafirma el papel de la tarea en la movilización de conocimiento didáctico del contenido.

Sin embargo, el conocimiento movilizado en el primer momento de implementación respecto al uso de ejemplos extremos, queda diluido tras la presentación del formador de la figura a la que llama laberinto (Figura 2). Entendemos la intencionalidad del formador de movilizar conocimiento didáctico en este sentido. No obstante, no podemos afirmar que el conocimiento que parece movilizarse se

fundamente al mismo nivel que en el segundo momento de la implementación.

Volviendo al segundo momento de implementación, el formador sitúa a los EPM como resolutores de la actividad del aula de Primaria y promueve que se movilice PCK sobre la práctica de ejemplificar referente a la variabilidad de un espacio de ejemplos:

Formador: ¿A alguien le ha resultado extraño alguna figura colocada en el lado izquierdo?  
¿Si hubiera estado en esa clase de cinco años habría colocado alguna figura que ahora está en el lado izquierdo, fuera del lado izquierdo? Para vosotros, ¿todo lo que hay en el lado izquierdo son polígonos?

EPM2: Yo, a lo mejor, la estrella la hubiese puesto en el lado derecho.

Formador: Esto es esperable [...] que ocurra en un aula de Primaria. ¿Por qué es esperable?

EPM3: Por los ejemplos de los libros de texto.

La EPM3 sabe que el uso de ejemplos prototípicos, es habitual en los libros de texto (KMT, recursos materiales y virtuales) y que esto supone un obstáculo didáctico en la formación de la imagen mental de polígono que conforman los alumnos (KFLM, teorías de aprendizaje y dificultades de aprendizaje). En esta línea, observamos PCK movilizado en las producciones de los alumnos, esta vez en referencia al ítem de análisis *Variabilidad en las posiciones* cuando se analiza el conjunto de ejemplos en su totalidad en la segunda parte de la tarea formativa:

El docente no restringe la colocación de las figuras a la posición habitual que suelen presentar los libros de texto. Sino que, al tratarse de figuras móviles, iban siendo colocadas de forma aleatoria, sin seguir un patrón, tal y como el alumnado lo iba considerando.

Todo ello contribuye de forma beneficiosa al proceso de construcción del conocimiento, en relación a las figuras geométricas planas, por parte del alumnado al ser capaz de reconocer las figuras con independencia de su posición.

[Producción escrita de una EPM de la Actividad 2 – Momento 2]

Esta aportación complementa a la anterior ya que añade la consideración de las posiciones prototípicas a las características de los ejemplos en los libros de texto (KMT, recursos materiales y virtuales), reconociendo esta limitación como obstáculo didáctico, en el mismo sentido que la ausencia de variabilidad en las dimensiones de variación posibles en el concepto de polígono (KFLM, teorías de aprendizaje y dificultades de aprendizaje).

En el primer momento de implementación, el formador ofrece la oportunidad de movilizar PCK a partir de las dificultades que experimentan los EPM respecto a las alturas exteriores de los triángulos obtusángulos:

Formador: En los libros de texto, la mayor parte de los triángulos son acutángulos, y además uno de los lados paralelo al libro, modelos estandarizados [...] Todos los triángulos tienen sus alturas dentro, y se van generando propiedades a lo largo de la escolarización que son falsas, o si no falsas, limitadas. Acabamos de aprender que las alturas pueden estar fuera.

El formador facilita que se movilice conocimiento didáctico sobre el abuso de triángulos acutángulos en los libros de texto (KMT, recursos materiales y virtuales) y las consecuencias que esto conlleva en la construcción de la imagen mental de triángulos (KFLM, formas de interacción con el contenido matemático). Además, de forma implícita ofrece la oportunidad de movilizar conocimiento sobre las potencialidades de la reflexión sobre la ejemplificación (KMT, estrategias, técnicas, tareas y ejemplos)

De forma similar, en el primer momento de implementación surge la oportunidad

de reflexionar también sobre los libros de texto, esta vez con foco en los ejemplos de definición de polígono que se pueden encontrar:

Formador: Lo bonito ahora sería ir a libros de texto, que es la tercera parte de la actividad, y ver si la definición de polígono que se hace en los libros de texto se corresponde con ésta y si nuestro proceso ha sido más rico o menos rico de lo que el libro nos ofrece, que seguramente sea en la otra dirección. Y eso os invito a que lo hagáis.

En este caso, el formador invita a valorar las potencialidades y limitaciones de las definiciones que ofrecen los libros de texto (KMT, recursos materiales y virtuales), sirviendo esta consulta, por otro lado, un referente de las expectativas de aprendizaje que se podrían tener (KMLS, expectativas de aprendizaje).

En lo referido al conocimiento didáctico movilizado sobre la práctica docente de ejemplificar, en cualquiera de los subdominios del MTSK, hemos evidenciado evolución en el segundo momento de implementación con respecto al primer momento, tanto en alcance como en profundidad. Además, una lectura transversal de las evidencias nos informa de cómo el rediseño de la tarea ha permitido la movilización de conocimiento didáctico del contenido de forma autónoma con respecto a la gestión por la naturalidad con la que emerge el conocimiento especializado en el análisis de una situación real de aula.

## **Conclusiones**

Si bien la construcción de conocimiento especializado del profesor de matemáticas en la formación inicial no es una labor sencilla, resulta de especial complejidad construir conocimiento didáctico del contenido (Climent et al., 2016). En esta investigación se han presentado dos momentos separados en el tiempo y su potencialidad para movilizarlo.

Se ha mostrado cómo el segundo momento de implementación ha logrado movilizar más elementos del conocimiento relacionados con el PCK que el primer momento. Esto puede deberse a que la visualización del vídeo facilita que el EPM se acerque a una situación real de aula, promoviendo que amplíe su campo de reflexión incluyendo aspectos del PCK. Asimismo, el instrumento de análisis de vídeo que se facilita predispone a esa mirada profesional, reforzando la importancia de que su reflexión esté orientada desde un marco analítico concreto (Karsenty & Arcavy, 2017).

Otro aspecto relevante extraído del análisis es que las tareas del momento 2 parecen tener mayor independencia del formador que las del momento 1. Durante el primer momento, la intervención del formador en el aula resultó necesaria para que se movilizara conocimiento especializado mientras que las tareas del momento 2 resultaron ser más independientes, no necesitando intervenir este con tanta frecuencia para posibilitar la movilización de PCK, lo que puede interpretarse como una potencialidad de la tarea del momento 2 sobre la del momento 1, al ser su estructura más dirigida (Vondrová, 2019).

La evolución sufrida por el momento 1 y que desemboca en el momento 2 parece resultar exitosa. Esta evolución ha estado marcada por la presencia del modelo MTSK en el diseño del momento 2. En ese sentido, el modelo MTSK ha mostrado ser de utilidad para diseñar tareas formativas de estudiantes para maestro, por su exhaustividad en la delimitación de subdominios y categorías de conocimiento que permiten orientar las actividades formativas. Asimismo, se constata que el uso de

videos extraídos de clases reales puede reforzar la movilización de PCK en los EPM al posibilitar la contextualización de una secuencia de enseñanza real.

La importancia de la ejemplificación para definir (Bills et al., 2006; Haj-Yahya et al., 2021) ha sido patente en los dos momentos, pero puede afirmarse que es más relevante en el segundo, cuando los futuros maestros se centran más en comprender el razonamiento de los estudiantes del vídeo que en su propia valoración de los ejemplos (Vondrová, 2019). En el mismo sentido y, como consecuencia de lo anterior, la reflexión sobre la práctica escolar de definir (Sinclair et al., 2016) es más patente en el segundo momento, ya que se sitúa a los EPM en un contexto de práctica profesional. La propia tarea escolar es objeto de análisis en el momento 2, incluyendo la gestión de la misma. Se trata de una tarea que permite discutir una práctica matemática ligada a la construcción de un concepto, pensando en posibilidades de gestión alternativa (Swan, 2007).

Finalmente, entendemos que los resultados obtenidos están condicionados por las limitaciones propias de los estudios de diseño (Molina et al., 2011), en este caso, en relación con las distintas variables que influyen en el análisis de una práctica de formación inicial. Como futuras líneas de investigación, consideramos que los resultados pueden servir como base al análisis de conocimiento movilizado en distintos ciclos de aplicación y en programas de formación de formadores.

### ***Agradecimientos***

Este trabajo se ha desarrollado en el marco de los proyectos PID2021-1221800B-I00 del Ministerio de Ciencia e Innovación del Gobierno de España y ProyExcel\_00297 de la Junta de Andalucía, del centro de investigación COIDESO y del grupo de Investigación DESYM (HUM-168) de la Universidad de Huelva, y de la Red MTSK, auspiciada por la AUIP.

### ***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, metodología, validación, análisis de datos, redacción del borrador original y redacción, revisión y edición, todos los autores.

## ***Referencias***

- Agathangelou, S. A. y Charalambous, C. Y. (2021). Is content knowledge pre-requisite of pedagogical content knowledge? An empirical investigation. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 24, 431–458. <https://doi.org/10.1007/s10857-020-09466-0>
- Bills, L., Dreyfus, T., Mason, J., Tsamir, P., Watson, A. y Zaslavsky, O. (2006). Exemplification in mathematics education. En J. Novotna, H. Moraova, M. Kratka y N. Stehlikova (Eds.), *Proceedings of the 30th PME Conference* (vol. 1, pp. 126–154). Charles University.
- Biza, I., Nardi, E. y Joel, G. (2015). Balancing classroom management with mathematical learning: Using practice-based task design in mathematics teacher education. *Mathematics Teacher Education and Development*, 17(2), 182–198.

- Borko, H., Koellner, K. y Jacobs, J. (2011). Using video representations of teaching in practice-based professional development programs. *ZDM Mathematics Education* 43, 175-187. <https://doi.org/10.1007/s11858-010-0302-5>
- Carrillo, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L.C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco-Mora, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M. y Muñoz-Catalan, M. C. (2018). The Mathematics Teacher's Specialised Knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Climent, N., Montes, M., Contreras, L. C., Carrillo, J., Liñán, M., Muñoz-Catalán, M. C., Barrera, V. y León, F. (2016). Construcción de conocimiento sobre características de aprendizaje de las Matemáticas a través del análisis de vídeos. *Avances de Investigación en Educación Matemática*, 9, 85-103. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i9.108>
- Cobb, P. y Gravemeijer, K. (2008). Experimenting to support and understand learning processes. En A. E. Kelly, R. A., Lesh y J. Y. Baek, (Eds.), *Handbook of design research methods in education. Innovations in Science, Technology, Engineering and Mathematics Learning and Teaching* (pp. 68-95). Lawrence Erlbaum Associates.
- De Villiers, M. (1998). To teach definitions in geometry or teach to define? In A. Olivier & K. Newstead (Eds.), *Proceedings of the 22nd Annual Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 2, pp. 248-255). University of Stellenbosch.
- Freudenthal, H. (1973). *Mathematics as an educational task*. Reidel Publishing Company.
- Haj-Yahya, A., Hershkowitz, R. y Dreyfus, T. (2022). Investigating students' geometrical proofs through the lens of students' definitions. *Mathematics Education Research Journal*. <https://doi.org/10.1007/s13394-021-00406-6>
- Hershkowitz, R. (1989). Visualization in geometry - two sides of the coin. *Focus on Learning Problems in Mathematics*, 11(1), 61-76.
- Hilf, N. (2021). Use of the Theory of Fischbein and the Theory of Shulman for the study of teachers' algorithmic knowledge concerning the concept of the altitude of a triangle. *Journal for the Mathematics Education and Teaching Practices*, 2(2), 71-80.
- Karsenty, R. y Arcavi, A. (2017). Mathematics, lenses and videotapes: a framework and a language for developing reflective practices of teaching. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 20, 433-455. <https://doi.org/10.1007/s10857-017-9379-x>
- Krippendorff, K. (1990). *Content analysis: An introduction to its methodology*. Sage
- Kullberg, A., Runesson Kempe, U. y Marton, F. (2017). What is made possible to learn when using the variation theory of learning in teaching mathematics? *ZDM*, 49, 559-569. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0858-4>
- Lloyd, G. M. (2006). Using K-12 mathematics curriculum materials in teacher education: Rationale, strategies, and preservice teachers' experiences. En K. Lynch-Davis y R. L. Rider (Eds.), *The work of mathematics teacher educators: Continuing the conversation* (pp. 11-27). Association of Mathematics Teacher Educators.

- Molina, M., Castro, E., Molina, J. L. y Castro, E. (2011). Un acercamiento a la investigación de diseño a través de los experimentos de enseñanza. *Enseñanza de las ciencias*, 29, 75-88.
- Montes, M., Carrillo, J., Contreras, L. C., Liñán-García, M. M. y Barrera-Castarnado, V. J. (2019). Estructurando la formación inicial de profesores de matemáticas: una propuesta desde el modelo MTSK. En E. Badillo, N. Climent, C. Fernández y M.T. González (Eds.), *Investigación sobre el profesor de matemáticas: formación, práctica de aula, conocimiento y competencia profesional* (pp. 157-176). Ediciones Universidad Salamanca.
- Montes, M., Climent, N. y Contreras, L.C. (2022). Construyendo conocimiento especializado en geometría: un experimento de enseñanza en formación inicial de maestros. *Aula Abierta*, 1, 27-36. <https://doi.org/10.17811/rifie.51.1.2022.27-36>
- Muñoz-Catalán, M. C., Montes, M. A., Carrillo, J., Climent, N., Contreras, L. C. y Aguilar, A. (2013). *La Clasificación de las Figuras Planas en Primaria: Una Visión de Progresión entre Etapas y Ciclos*. Universidad de Huelva Publicaciones.
- Rojas, F., Montenegro, H., Goizueta, M. y Martínez, S. (2021) Researching modelling by mathematics teacher educators: shifting the focus onto teaching practices. En M. Goos y K. Beswick (Eds.), *The learning and development of mathematics teacher educators* (pp. 367-382). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-62408-8\\_19](https://doi.org/10.1007/978-3-030-62408-8_19)
- Schoenfeld, A. H. y Kilpatrick, J. (2008). Toward a theory of proficiency in teaching mathematics. En D. Tirosh y T. Wood (Eds.), *International handbook of mathematics teacher education: Vol. 2, Tools and processes in mathematics teacher education* (pp. 321-354). Sense Publishers.
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand. Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Shir, K. y Zaslavsky, O. (2001). What constitutes a (good) definition? The case of square. M. van den Heuvel-Panhuizen (Ed.), *Proceedings of the 25th PME Conference* (pp. 161-168). Utrecht University.
- Sinclair, N., Bartolini Bussi, M., De Villiers, M., Jones, K., Kortenkamp, U., Leung, A. y Owens, K. (2016). Recent research on geometry education: An ICME-13 survey team report. *ZDM*, 48(5), 691-719. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0796-6>
- Swan, M. (2007). The impact of task-based professional development on teachers' practices and beliefs: a design research study. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10, 217-237. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9038-8>
- Vondrová, N. (2019). Prospective mathematics teachers' reflective skills. En S. Llinares y O. Chapman (Eds.), *International Handbook of Mathematics Teacher Education: Volume 2, Tools and Processes in Mathematics Teacher Education* (pp. 55-84). Brill-Sense. [https://doi.org/10.1163/9789004418967\\_003](https://doi.org/10.1163/9789004418967_003)

## Transformando el conocimiento para enseñar matemáticas de docentes en formación de educación infantil a través del diseño de tareas

Ángel ALSINA

Nataly PINCHEIRA

Rosa DELGADO-REBOLLEDO

Datos de contacto:

Ángel Alsina  
Universidad de Girona  
[angel.alsina@udg.edu](mailto:angel.alsina@udg.edu)

Nataly Pincheira  
Universidad de Girona  
[nataly.pincheira@udg.edu](mailto:nataly.pincheira@udg.edu)

Rosa Delgado rebolledo  
Universidad de Concepción  
[rosadelgadorebolledo@gmail.com](mailto:rosadelgadorebolledo@gmail.com)

Recibido: 31/03/2023  
Aceptado: 11/06/2023

### RESUMEN

En este estudio se analiza la transformación de los conocimientos matemáticos acerca de los contenidos y de los conocimientos didácticos en torno a la planificación e implementación de actividades para la enseñanza de las matemáticas, que activan los docentes en formación de educación infantil cuando diseñan tareas de álgebra temprana. Se ha adoptado un paradigma investigativo mixto de carácter descriptivo, utilizando como técnica de investigación el análisis de contenido. En el estudio han participado 105 docentes en formación de educación infantil y la recolección de datos se ha realizado en una sesión de clase del plan de estudios. Los resultados obtenidos revelan que: 1) el conocimiento matemático que activan los docentes en formación en relación con los contenidos de álgebra temprana se asocia principalmente con las relaciones a partir del reconocimiento de atributos; 2) los conocimientos didácticos sobre la planificación e implementación de actividades para la enseñanza de las matemáticas responden a un contexto informal a partir del uso de material manipulativo. Se concluye que es necesario brindar experiencias de formación a los docentes, que les permitan avanzar hacia el desarrollo y transformación de los conocimientos matemáticos y didácticos para profundizar en la enseñanza del álgebra temprana en educación infantil.

**PALABRAS CLAVE:** conocimiento para enseñar matemáticas; álgebra temprana; docentes en formación; educación infantil.

## ***Transforming the mathematics teaching knowledge of preservice early childhood education teachers through the design of tasks.***

### **ABSTRACT**

This study analyses the transformation of mathematical knowledge about content and pedagogical knowledge about the planning and implementation of mathematics classroom activities, activated by pre-service early childhood education teachers when designing early algebra tasks. A mixed descriptive research paradigm has been adopted, using content analysis as the research technique. The study involved 105 pre-service Early Childhood Education teachers and the data collection was carried out in a classroom session of the curriculum. The results obtained show that: 1) the mathematical knowledge activated by pre-service teachers in relation to early algebra content is mainly associated with relations based on the recognition of attributes; 2) pedagogical knowledge on the planning and implementation of classroom activities for the teaching of mathematics responds to an informal context based on the use of manipulatives. As a conclusion, it is necessary to provide training activities for pre-service teachers that allow them to advance towards the development and transformation of mathematical and pedagogical knowledge in order to deepen the teaching of early algebra in Early Childhood Education.

**KEYWORDS:** knowledge for teaching mathematics; early algebra; pre-service teachers; Early Childhood Education.

### **Introducción**

La Didáctica de la Matemática (DDM) estudia e investiga los problemas que surgen en educación matemática y propone actuaciones fundadas para su transformación (Rico et al., 2000, p. 352). Desde esta perspectiva, dentro del conjunto de cuestiones que pueden investigarse, se pone el foco en la formación inicial en DDM de los futuros docentes de educación infantil y, más concretamente, indaga en la transformación de los conocimientos para enseñar matemáticas a través del diseño de tareas. De este modo, se pretende que los docentes en formación dejen atrás sus conocimientos intuitivos para enseñar matemáticas y avancen hacia conocimientos sustentados por la DDM, que conforman su conocimiento profesional. Lo anterior lo entendemos como la transformación del conocimiento.

Esta transformación implica acciones concretas que deben llevar a cabo simultáneamente los docentes en formación y los formadores, a partir de procesos de deconstrucción, co-construcción y reconstrucción (Alsina & Mulà, 2019). Según Alsina et al. (2019), por “deconstrucción” se entiende un proceso a partir del cual el docente en formación toma consciencia de los conocimientos cotidianos y busca alternativas

para su transformación; la “co-construcción” se concibe como un proceso social e interactivo en el que los docentes en formación comparten sus conocimientos cotidianos, con la mediación del formador, para fomentar el desarrollo de conocimiento profesional mediante la reflexión y la construcción colectiva; finalmente, por “reconstrucción” se entiende un proceso que conlleva la transformación del conocimiento cotidiano en conocimiento profesional a través del contraste. Desde este marco, la formación inicial en DDM de los futuros docentes de educación infantil toma importancia ya que es necesario que posean los conocimientos matemáticos y didácticos que les permitan crear oportunidades para que los estudiantes de 0 a 6 años desarrollen su pensamiento matemático (Alsina, 2019).

En línea con lo anterior, dentro del conjunto de conocimientos matemáticos y didácticos descritos por los diversos modelos de conocimiento del profesorado de matemáticas (e.g., Ball et al., 2008; Carrillo et al., 2018; Rowland et al., 2005), este estudio considera la caracterización de los conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil de Alsina y Delgado (2022). Esta propuesta, sin desmerecer el resto de modelos, intenta integrar los componentes ya encontrados en la literatura, considerando las características propias de la educación matemática infantil (e.g., Alsina, 2020; Muñoz-Catalán, 2018).

De acuerdo con lo anterior, se analizan los conocimientos matemáticos de futuros docentes acerca de los contenidos matemáticos y los conocimientos didácticos en torno a la planificación e implementación de actividades. Se pone el foco en los conocimientos sobre álgebra temprana, tanto por su reciente incorporación en los currículos de las primeras edades (Pincheira & Alsina, 2021), como por su rol relevante en el desarrollo de habilidades matemáticas (Clements & Sarama, 2015). Adicionalmente, se indaga en la transformación del conocimiento a partir del diseño de tareas matemáticas. En este sentido, siguiendo a Sullivan et al. (2013), las representaciones, el contexto, las preguntas e instrucciones de las tareas aportan información en torno al trabajo con el alumnado, por lo cual el diseño de tareas matemáticas forma parte del desarrollo de la práctica docente para organizar la enseñanza (Pincheira & Alsina, 2022).

Considerando estos antecedentes, nos preguntamos ¿qué conocimientos matemáticos y didácticos activan los docentes en formación de educación infantil cuando diseñan tareas de álgebra temprana? Considerando que el diseño de dichas tareas es una herramienta que contribuye al desarrollo y a la transformación del conocimiento profesional docente, los objetivos del estudio son: 1) analizar los conocimientos matemáticos (de álgebra temprana) activados en el diseño de las tareas; 2) analizar los conocimientos didácticos en torno a la planificación e implementación de actividades para la enseñanza de las matemáticas en el diseño de las tareas algebraicas.

## ***Conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil***

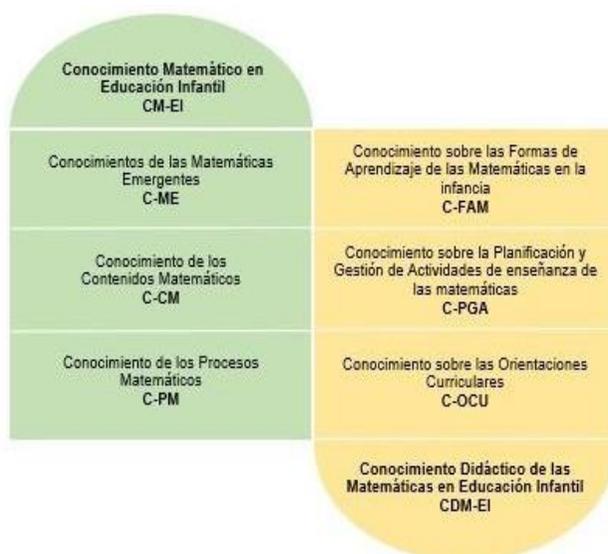
El análisis y la transformación, en el sentido de mejora, de los conocimientos del profesorado de infantil para enseñar matemáticas es una de las agendas de investigación que deberían priorizarse en las próximas décadas dentro de la

investigación en educación matemática infantil (Alsina, 2019), ya que estos conocimientos condicionan la práctica docente del profesorado e influyen en lo que el alumnado aprende (y lo que no aprende).

Si bien es cierto que se ha ido incrementando el interés por esta agenda de investigación, los estudios que han analizado el conocimiento del profesorado de infantil para enseñar matemáticas son todavía escasos (Charalambous & Pitta-Pantazi, 2016). En Alsina y Delgado (2022) se presenta una revisión de estudios empíricos (e.g., Lee, 2010; Gasteiger et al., 2018; Hundeland et al., 2017; McCray & Chen, 2012; Mosvold et al., 2011; Muñoz-Catalán et al., 2019; Opperman et al., 2016) que han sido realizados desde nociones generales como el conocimiento pedagógico del contenido matemático (PCKM, por sus siglas del inglés), basado en la noción de conocimiento pedagógico del contenido (Shulman, 1986), o modelos específicos para el profesorado de matemáticas (e.g., *Mathematical Knowledge for Teaching* [MKT] propuesto por Ball et al., 2008; *Mathematics Teacher's Specialised Knowledge* [MTSK] de Carrillo et al., 2018; y *Knowledge Quartet* [KQ] planteado por Rowland et al., 2005). A partir de dicha revisión, los autores señalan que los principales componentes del conocimiento del profesorado de infantil se relacionan con el contenido y los procesos matemáticos, la forma en que aprende el alumnado y cómo se enseñan las matemáticas. De acuerdo con esta revisión y las aportaciones de los modelos de conocimiento para enseñar matemáticas, Alsina y Delgado (2022) han caracterizado el conjunto de conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil (Figura 1).

### Figura 1

*Conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil. Fuente: Alsina y Delgado (2022, p. 26)*



Esta caracterización que, como se ha indicado, parte de las aportaciones y la estructura de los principales modelos de conocimiento del profesorado para enseñar matemáticas (e.g, MKT y MTSK), considera dos tipos de conocimientos interrelacionados: 1) Conocimiento Matemático en Educación Infantil; y 2) Conocimiento Didáctico de las Matemáticas en Educación Infantil.

El Conocimiento Matemático en Educación Infantil considera tres subtipos referidos a las matemáticas emergentes, los contenidos y los procesos matemáticos:

*Conocimiento de las matemáticas emergentes (C-ME):* se refiere al conocimiento que posee el profesorado en torno a los primeros conocimientos matemáticos que los estudiantes empiezan a desarrollar a partir de experiencias no escolares. Geist (2014) las denomina matemáticas emergentes por su carácter iniciático, mientras que otros autores y organismos las conceptualizan como matemáticas intuitivas (Fischbein, 1987), para remarcar su carácter autoevidente, basado en la certeza intrínseca, más global, metafórico y no analítico. También se le ha denominado matemáticas informales (Baroody, 1987), al desarrollarse en un entorno no escolar, a partir de las interacciones con el medio físico y social, donde se presentan escenarios como los juegos que generan aprendizajes de una manera natural y espontánea. Alsina (2015), Geist (2014) o Clements y Sarama (2015), entre otros, han explicitado estos conocimientos emergentes, de naturaleza intuitiva e informal. Por ejemplo, el conocimiento de los profesores de las matemáticas presentes en situaciones de juego (Opperman et al., 2016) forma parte de este tipo de conocimiento.

*Conocimiento de los contenidos matemáticos (C-CM):* se refiere al conocimiento profesional en torno a los saberes matemáticos en infantil, considerado en todos los estudios revisados por Alsina y Delgado (2022). Incluye: Números y operaciones, Álgebra Temprana, Geometría, Medida y Análisis de Datos y Probabilidad (e.g., Alsina, 2022a; Castro & Castro, 2016; National Council of Teachers of Mathematics [NCTM], 2003). Además, considera el conocimiento de relaciones entre contenidos matemáticos denominadas conexiones intradisciplinarias (Alsina, 2014), considerando dos aspectos esenciales: por un lado, desde una perspectiva transversal, estas relaciones deben dirigirse a la esencia de la propia matemática y sus conceptos; por otro lado, desde una perspectiva longitudinal, deben tenerse presentes los vínculos de los contenidos matemáticos en infantil con la matemática de niveles superiores para construir sus cimientos, sin que ello signifique que los contenidos matemáticos de infantil sean una preparación para etapas posteriores, puesto que tienen su propia finalidad (Alsina, 2020; Muñoz-Catalán, 2018).

*Conocimiento de los procesos matemáticos (C-PM):* considerando la descripción de los procesos matemáticos en infantil (Alsina, 2014; NCTM, 2003), este subtipo se refiere a conocimientos clave del profesorado de esta etapa sobre: 1) resolución de problemas: conceptualización y tipos de problemas en las primeras edades, 2) razonamiento y prueba: naturaleza de las hipótesis, las conjeturas y los razonamientos (sobre todo inductivos) para empezar a predecir y generalizar; el tipo de argumentación matemática en infantil o la comprobación (más que la demostración o prueba); 3) comunicación: tipos de interacción en el aula, tipos de lenguaje (oral, gesticular, gráfico, concreto y /o simbólico) para comunicar ideas matemáticas; 4) conexiones: con otras disciplinas, denominadas también conexiones interdisciplinarias y con el entorno; 5) representación: representaciones concretas (dibujos), pictóricas (signos) y/o simbólicas (notación convencional). Como en el caso del conocimiento de

los contenidos matemáticos, en el conocimiento de los procesos matemáticos deben considerarse también las dos perspectivas: transversal, teniendo presente el rol específico de los procesos matemáticos infantiles en la esencia de la propia disciplina; y longitudinal, de manera que se tenga conocimiento de los vínculos de los procesos matemáticos infantiles con los procesos matemáticos de niveles superiores.

El Conocimiento Didáctico de las Matemáticas en Educación Infantil (CDM-EI) incluye tres subtipos que responden a cómo se adquiere el conocimiento matemático en infantil y cómo se enseñan las matemáticas en este nivel:

*Conocimiento sobre las formas de aprendizaje de las matemáticas en la infancia (C-FAM):* este subtipo se refiere al conocimiento profesional del profesorado de infantil en torno a cómo se aprenden las matemáticas, un conocimiento que ha sido abordado por disciplinas como la psicología del aprendizaje humano, la psicología evolutiva, la pedagogía o la propia matemática. Sintéticamente, estas aportaciones han determinado que se empieza a desarrollar el pensamiento matemático a partir de acciones que se circunscriben, primero, en la visualización de las ideas matemáticas de manera concreta, a partir de la exploración y la manipulación, principalmente. Luego, se empiezan a representar mentalmente las ideas matemáticas y se avanza hacia la esquematización, la modelización y la formalización del conocimiento matemático. Por ejemplo, el conocimiento de las formas de conteo que utilizan los niños (Hundeland et al., 2017) es parte de este subtipo.

*Conocimiento sobre la planificación y gestión de actividades de enseñanza de las matemáticas (C-PGA):* se refiere, en primer lugar, a los conocimientos en torno al diseño de tareas a través de diversos recursos para promover el desarrollo del pensamiento matemático en infantil (planificación de la enseñanza). Desde la perspectiva de Alsina (2022a) estos recursos se organizan a partir del principio de abstracción progresiva, tomando como referencia los niveles de comprensión del conocimiento matemático (Freudenthal, 1991), que van desde el nivel referencial hasta el formal: a) contextos informales (situaciones reales o realistas, materiales manipulativos y juegos); b) contextos intermedios (recursos literarios como cuentos y canciones o recursos tecnológicos como *applets*); c) contextos formales (fichas y los libros de texto). En segundo lugar, el C-PGA se refiere al conocimiento en torno a las acciones que lleva a cabo el profesorado para promover el desarrollo del pensamiento matemático infantil (gestión de la enseñanza). El NCTM (2003), por ejemplo, impulsa una enseñanza de las matemáticas en infantil que promueva el desarrollo de procesos matemáticos.

*Conocimiento sobre las orientaciones curriculares (C-OCU):* se refiere a los conocimientos acerca del currículo, tanto en lo que respecta a las bases psicopedagógicas sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, la organización de la educación infantil y la evaluación como elemento indisociable del proceso de enseñanza-aprendizaje. Desde esta perspectiva, la principal diferencia de la educación infantil respecto a las otras etapas escolares radica en el hecho de que, en muchos países, en el currículo de infantil, las matemáticas no tienen una sección específica, sino que forman parte de áreas más globales.

## **Álgebra temprana y diseño de tareas**

El álgebra temprana (*Early algebra*) emerge como una propuesta de cambio curricular, que pretende introducir el desarrollo del pensamiento algebraico a partir

de los primeros años (Carraher & Schliemann, 2007; Kaput et al., 2008). El propósito de esta iniciativa es asegurar una mejor comprensión de las matemáticas en las etapas educativas posteriores (Cai & Knuth, 2011). De acuerdo con Kieran (2022), el pensamiento algebraico es un tipo de razonamiento en el que participan los estudiantes a medida que construyen el significado de los objetos y las formas de pensar que se encontrarán en el estudio posterior del álgebra de la escuela secundaria. Así, el álgebra temprana promueve modos de pensamiento que atienden a la estructura que subyace a las matemáticas, a través de tareas dirigidas a la observación de patrones, relaciones y estructuras matemáticas (Blanton & Kaput, 2005). A su vez, Knuth et al. (2016) aseguran que el álgebra temprana “proporciona las herramientas matemáticas para representar y analizar relaciones cuantitativas, modelar situaciones y resolver problemas en todos los dominios matemáticos” (p. 65). Por tanto, su enseñanza permea en otros bloques de contenido como la numeración, el cálculo, la geometría, etc.

Los resultados de diversas investigaciones en torno al álgebra temprana en infantil han apuntado, hasta el momento, tres grandes tipos de conocimientos. Primero, emergen a partir de los conocimientos físicos que adquieren los niños y las niñas en los primeros años a través de la manipulación, permitiendo construir relaciones de carácter cualitativo y cuantitativo, al comparar elementos por medio de semejanzas o diferencias (Alsina, 2022a). En este contexto, el reconocimiento de atributos juega un papel fundamental para establecer relaciones de clasificación, ordenación y correspondencia, entre otras (NCTM, 2003), permitiendo indagar en el pensamiento relacional (Lenz, 2022).

Segundo, los patrones de repetición promueven la adquisición de habilidades vinculadas al pensamiento recursivo y funcional (Lüken & Sauzet, 2020). Para alcanzar tales habilidades, se requiere de la implementación de diversas tareas: a) duplicar el mismo patrón; b) encontrar elementos faltantes de una secuencia; c) ampliar una secuencia; d) construir el mismo patrón con diferentes elementos; e) identificar la unidad de repetición y; f) inventar un patrón (Acosta et al., 2022; Pincheira et al., 2022).

Además, la noción de cambio entendida desde una perspectiva amplia como una transformación a partir de un operador es considerada por el NCTM (2003), un conocimiento importante del álgebra en educación infantil, puesto que ayuda a tener una base para aplicar las matemáticas y comprender el mundo. Desde una perspectiva genérica, las ideas sobre cambio y las relaciones que se establecen entre los cambios, se abordan en el marco del pensamiento funcional (Warren & Cooper, 2005). Desde este marco, Pincheira y Alsina (2021) han caracterizado los conocimientos matemáticos que fomentan el desarrollo del pensamiento algebraico en educación infantil a partir de tres categorías: a) relaciones (clasificaciones, ordenaciones, correspondencias, etc.), a partir del reconocimiento de atributos al experimentar con elementos u objetos; b) seriaciones a partir de patrones de repetición y; c) cambios cualitativos y cuantitativos.

No obstante, para asegurar en el éxito de tales conocimientos, se requiere contar con profesores capaces de diseñar tareas y brindar oportunidades a través de las experiencias de aula, que promuevan el desarrollo del pensamiento algebraico a través del proceso de generalización, fomentando la capacidad de pensar estructuralmente (Stephens et al., 2015). En este sentido, para propiciar la enseñanza del álgebra temprana, es necesario que el profesorado considere el diseño e implementación de

tareas que permitan a los estudiantes pensar profundamente en las relaciones, patrones y el cambio (Twohill et al., 2019). De acuerdo con Thanheiser (2015), a partir de las tareas que diseña el profesorado deja en evidencia el conocimiento que posee y la percepción sobre el aprendizaje y la enseñanza de la matemática. Por tanto, diseñar una tarea algebraica temprana contribuye a mejorar el conocimiento matemático del profesorado y su capacidad de diseño didáctico-matemático (Pepin, 2015). Sin embargo, el diseño de dichas tareas constituye un proceso recursivo que implica tanto la creación de tareas completamente nuevas como la adaptación o refinamiento de tareas existentes (Liljedahl et al., 2007).

## **Método**

De acuerdo con los objetivos del estudio, se ha adoptado un paradigma investigativo mixto de carácter descriptivo (Creswell, 2014). Para ello, se ha utilizado la técnica de análisis de contenido, puesto que es “una técnica de investigación que permite hacer inferencias replicables y válidas a partir del texto (u otra materia significativa) a los contextos de su uso” (Krippendorff, 2013, p. 24), en nuestro caso las producciones escritas propuestas por el profesorado en formación.

Para efectuar el análisis de las tareas diseñadas por los docentes en formación se han considerado las siguientes etapas:

1. Lectura individual de cada una de las tareas matemáticas para explorar y organizar la información presente en cada una de ellas.
2. Establecer categorías de análisis que obedecen a la caracterización conocimientos para Enseñar Matemáticas en Educación Infantil propuesta por Alsina y Delgado (2022). Para ello, se han considerado un conjunto de indicadores que permiten orientar el análisis de contenido, con base a dos subtipos de conocimientos de la caracterización: a) conocimientos de los contenidos matemáticos; y, b) conocimiento sobre la planificación y gestión de actividades de enseñanza.
3. Codificar las tareas matemáticas con base a los indicadores propuestos.
4. Sistematizar la información obtenida a través de tablas estadísticas, cuya lectura facilita el análisis descriptivo y la obtención de conclusiones.
5. Seleccionar ejemplos de tareas que evidencien las categorías de análisis.

## **Participantes y contexto**

En este estudio han participado 105 estudiantes españoles del Grado de Maestro de educación infantil. La muestra ha sido escogida a través de un muestreo no probabilístico de carácter accidental o causal, puesto que el criterio de selección ha sido determinado por la posibilidad de acceder a este grupo.

Los participantes cursaban la asignatura “Aprendizaje de las matemáticas”, de 2º curso. En esta asignatura, los docentes en formación profundizan en el diseño curricular de las matemáticas de educación infantil (3-6 años) y análisis de los contenidos y procesos matemáticos que lo integran, así como el desarrollo de estrategias metodológicas para adecuar la enseñanza de las matemáticas en el estadio evolutivo.

Durante dos sesiones de 90 minutos se plantea a los participantes conformar

equipos y diseñar tres tareas matemáticas que promuevan la enseñanza del álgebra temprana, orientadas a niños y niñas de 3 a 5 años. Para ello, la instrucción es describir las tareas, considerando la gestión que se debe realizar y el planteamiento de preguntas para favorecer la comprensión. Las tareas diseñadas por los docentes en formación conforman las unidades de análisis del estudio.

### **Categorías e indicadores de análisis**

Para realizar el estudio, las unidades de análisis se han examinado con base en la caracterización de conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil (Alsina & Delgado, 2022), centrándonos en dos subtipos de conocimientos, como se ha señalado: a) conocimientos de los contenidos matemáticos; y, b) conocimiento sobre la planificación y gestión de actividades de enseñanza.

En la Tabla 1 se muestran las categorías de conocimiento de los contenidos de álgebra temprana usados, a partir de la caracterización de Pincheira y Alsina (2021) y sus respectivos indicadores (Pincheira et al., 2022).

**Tabla 1**

#### *Categorías e indicadores del conocimiento de los contenidos de álgebra temprana*

Caracterización del álgebra temprana en educación infantil	Indicador
Relaciones a partir del reconocimiento de atributos	1. Reconocimiento de atributos de elementos u objetos
	2. Agrupación de elementos a partir de la identificación de sus propiedades
	3. Clasificación de elementos a partir de criterios cualitativos y/o cuantitativos
	4. Ordenación de objetos de manera ascendente o descendente
	5. Relación de correspondencia a partir del reconocimiento de atributos
	6. Comparación de elementos a partir de criterios cualitativos y/o cuantitativos
Seriaciones a partir de patrones de repetición	7. Copia del patrón a partir de una secuencia
	8. Identificación de elementos faltantes en una secuencia
	9. Ampliación de una secuencia
	10. Construcción del mismo patrón con diferentes elementos
	11. Identificación de la unidad de repetición de un patrón
Cambios cualitativos y cuantitativos	12. Creación de un patrón a partir de elementos determinados
	13. Reconocimiento de cambios cualitativos
	14. Reconocimiento de cambios cuantitativos
	15. Aplicación de cambios cualitativos
	16. Aplicación de cambios cuantitativos

Los conocimientos sobre la planificación y gestión de actividades de enseñanza se han analizado a partir de los indicadores propuestos en la Tabla 2, que tiene relación con los contextos de enseñanza que debe activar el profesorado para desarrollar la tarea. Tales indicadores emergen del Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas (Alsina, 2022a).

**Tabla 2**

*Categorías e indicadores del conocimiento sobre la planificación y gestión de actividades de enseñanza utilizados en el proceso de codificación de las tareas*

Contextos		Indicador
Contexto informal	Situaciones reales	1. Una situación del entorno inmediato de los niños (contexto local: el propio hogar, la escuela, etc.) 2. Una situación que no forma parte del entorno cercano de los niños (contexto global: un circo, un museo, etc.)
	Material manipulativo	3. Un material lógico estructurado comercializado o previamente diseñado (los Bloques Lógicos de Dienes, etc.) 4. Otros materiales no estructurados comercializados, previamente diseñados o inespecíficos (cubos y palas, etc.)
	Juegos	5. Una situación de juego simbólico 6. Un juego de mesa 7. Un juego de patio 8. Otro tipo de juego
Contexto intermedio	Recursos literarios	9. Una canción 10. Un cuento 11. Otro recurso literario: adivinanzas, refranes, etc.
	Recursos tecnológicos	12. Una aplicación informática 13. Un robot educativo programable 14. Otro tipo de recurso tecnológico
Contexto formal	Recursos gráficos	15. Una ficha 16. Un libro de texto

### Procedimiento de análisis

Las unidades de análisis corresponden a un total de 96 tareas matemáticas que se han codificado a partir de los indicadores propuestos. Para ello, se han asignado puntuaciones en caso de presencia (1) o ausencia (0) en cada una de las tareas.

La codificación de los datos fue realizada por los autores. Para garantizar la confiabilidad del proceso de codificación, se ha realizado un proceso de calibración a través de sesiones de codificación conjunta y discusión de los desacuerdos, hasta establecer un consenso. Luego, se ha realizado la codificación de los datos de manera individual.

Finalmente, se ha determinado el índice Kappa de Fleiss para cuantificar el grado de concordancia entre las codificaciones, obteniendo un valor de 0.86, lo que se considera una fuerza de concordancia “muy buena” (Altman, 1991).

### Resultados

A continuación, se describen los datos obtenidos a partir de los subtipos de conocimientos para enseñar matemáticas en infantil considerados en el estudio.

#### Conocimiento de los contenidos matemáticos (C-CM)

Para identificar el C-CM que activan los docentes en formación al diseñar tareas de álgebra temprana, se ha prestado especial atención al enunciado e instrucción de la tarea, así como las preguntas que se plantean para resolverla.

La Tabla 3 presenta la distribución del C-CM de álgebra temprana en infantil presentes en las tareas.

**Tabla 3**

*Distribución por porcentaje del C-CM que caracteriza el álgebra temprana en educación infantil*

Caracterización del álgebra temprana en educación infantil	3 años (n=32)	4 años (n=32)	5 años (n=32)	Total (n=96)
Relaciones a partir del reconocimiento de atributos	93.8	62.5	31.2	62.5
Seriaciones a partir de patrones de repetición	6.2	15.6	6.3	9.4
Cambios cualitativos y cuantitativos	-	21.9	62.5	28.1

A nivel general, se observa un predominio del C-CM vinculado a las relaciones a partir del reconocimiento de atributos, con una presencia del 62.5%, seguido de conocimientos que profundizan en cambios cualitativos y cuantitativos con un 28.1%. Sin embargo, se observa un tratamiento limitado de los conocimientos de seriaciones a partir de patrones de repetición (9.4%).

Por otra parte, en las tareas diseñadas para niños y niñas de tres y cuatro años, predominan los conocimientos sobre las relaciones a partir del reconocimiento de atributos. Mientras que en las tareas dirigidas a estudiantes de cinco años predominan el conocimiento de cambios cualitativos y cuantitativos. Cabe destacar que, en las tareas para estudiantes de tres años, se evidencia una ausencia de conocimientos de cambios cualitativos y cuantitativos.

La Tabla 4, muestra de manera más específica la predominancia de los indicadores que se han considerado para precisar el C-CM de álgebra temprana (Tabla 2) en las tareas analizadas según edad.

**Tabla 4**

*Distribución por porcentaje de los indicadores que caracterizan las tareas matemáticas de álgebra temprana en educación infantil en relación con el total de tareas analizadas por edad*

Caracterización del álgebra temprana en educación infantil	indicadores	3 años	4 años	5 años
Relaciones a partir del reconocimiento de atributos	1	40.6	19	12.5
	2	18.8	21.9	-
	3	28.1	9.4	6.3
	4	3.1	3.1	3.1
	5	9.4	18.8	9.4
	6	40.6	21.9	12.5
Seriaciones a partir de patrones de repetición	7	-	-	-
	8	-	3.1	6.3
	9	6.3	9.4	6.3
	10	-	3.1	-
	11	-	6.2	-
	12	-	6.2	3.1
Cambios cualitativos y cuantitativos	13	-	6.2	43.8
	14	-	3.1	9.4
	15	-	18.8	43.8
	16	-	-	6.3

En el caso de las tareas diseñadas para niños y niñas de 3 años, predominan los indicadores 1 y 6, asociados con el reconocimiento de atributos de elementos u objetos y la comparación de elementos a partir de criterios cualitativos o cuantitativos, respectivamente, con una presencia del 40.6% en ambos casos. En esta misma línea de conocimientos, en las tareas para estudiantes de cuatro años, destacan los indicadores 2 vinculado con la agrupación de elementos e indicador 6 asociado con la comparación de elementos a partir de criterios cualitativos o cuantitativos, con una presencia del 21.9% en ambos indicadores. Por último, en las tareas para estudiantes de cinco años predomina el conocimiento en torno a los cambios cualitativos o cuantitativos, destacando los indicadores 13 (43.8%) y 15 (43.8%), que tienen relación con el reconocimiento y aplicación de cambios cualitativos, respectivamente.

### **Conocimiento sobre la planificación y gestión de actividades de enseñanza (C-PGA)**

Para establecer el C-PGA se ha analizado el contexto de enseñanza, prestando especial atención a la situación o recurso que se utiliza en la implementación de las tareas matemáticas que diseñan los docentes en formación. Cabe destacar que una misma tarea matemática se puede situar en más de un contexto de enseñanza.

En la Tabla 5, se muestra la distribución de los contextos de enseñanza que se activan en las tareas matemáticas.

**Tabla 5**

*Distribución por porcentaje del C-PGA*

Contextos		3 años (n=32)	4 años (n=32)	5 años (n=32)	Total (n=96)
Contexto informal	Situaciones reales	9.4	3.1	3.1	5.2
	Material manipulativo	71.9	81.3	71.9	75
	Juegos	3.1	6.3	-	3.1
Contexto intermedio	Recursos literarios	9.4	6.3	21.9	12.5
	Recursos tecnológicos	12.5	9.4	18.8	13.5
Contexto formal	Recursos gráficos	6.3	3.1	3.1	4.2

A nivel general, se aprecia una mayor concentración de tareas que se desarrollan en el contexto informal, con un 83.3%, destacando las tareas que requieren del uso de manipulativos (75%). Siguen las tareas que se sitúan en un contexto intermedio con una presencia del 26%. Por último, se observa una menor presencia de tareas que se sitúan en el contexto formal, con un 4.2%.

Asimismo, se observa que, en las tareas diseñadas para niños de tres, cuatro y cinco años, predomina el uso de material manipulativo en el contexto informal, por sobre los otros contextos de enseñanza. Mientras que, en el contexto intermedio, las tareas destinadas a tres y cuatro años predominan el uso de recursos tecnológicos, y en las tareas de cinco años predomina el uso de recursos literarios.

De manera más específica, desde la perspectiva de los indicadores que se han considerado para profundizar en el conocimiento sobre la planificación y gestión de actividades de enseñanza (Tabla 2), es posible observar en la Tabla 6 los indicadores que predominan en cada contexto de enseñanza según edad.

**Tabla 6**

*Distribución por porcentaje de los indicadores sobre el C-PGA en relación con el total de tareas analizadas por edad*

Contextos		Indicadores	3 años	4 años	5 años
Contexto informal	Situaciones reales	1	9.4	3.1	3.1
		2	-	-	-
	Material manipulativo	3	43.8	62.5	65.6
		4	28.1	18.8	6.3
	Juegos	5	-	-	-
		6	3.1	6.3	-
		7	-	-	-
		8	-	-	-
Contexto intermedio	Recursos literarios	9	-	-	3.1
		10	9.4	6.3	18.8
	Recursos tecnológicos	11	-	-	-
		12	9.4	3.1	9.4
Contexto formal	Recursos tecnológicos	13	0	3.1	6.3
		14	3.1	3.1	3.1
	Recursos gráficos	15	6.3	3.1	3.1
		16	-	-	-

En las tareas diseñadas para niños y niñas de 3 y 4 años se evidencia principalmente el contexto informal a partir del uso de material manipulativo, donde predomina el indicador 3 vinculado a un material lógico estructurado comercializado o previamente diseñado, con una presencia del 43.8% y 62.5%, respectivamente. Le sigue el indicador 4, relacionado con otros materiales no estructurados comercializados, previamente diseñados o inespecíficos, alcanzando una presencia del 28.1% y 18.8%, respectivamente.

En el caso de las tareas diseñadas para niños y niñas de 5 años, se proponen principalmente en un contexto informal. Al igual que en las tareas para estudiantes de tres y cuatro años, predomina el indicador 3, con un 65.6%. A su vez, se evidencia el diseño de tareas en el contexto intermedio, a través de un recurso literario, como es un cuento (indicador 10), con una presencia del 18.8%.

A modo de ejemplo, en las Figuras 2, 3 y 4, se presentan tareas matemáticas diseñadas por los docentes en formación para niños y niñas de educación infantil. Los criterios de selección de los ejemplos han sido: a) de diferentes edades (3, 4 y 5 años); b) de distintos contenidos asociados al álgebra temprana en educación infantil; c) de diversos contextos de enseñanza.

## Figura 2

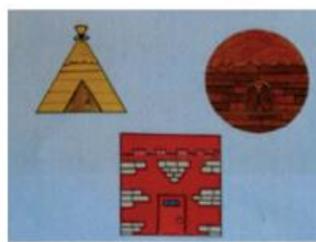
### Ejemplo de tarea matemática diseñada para niños y niñas de 3 años

#### Los tres cerditos

Se explica la adaptación del cuento los tres cerditos, profundizando en los atributos de cada cerdito y de sus respectivas casas. Seguidamente, se reparten 4 tipos de tarjetas con las características de los diferentes cerditos y casas, fomentando la manipulación del material.

- Color de camisetas de los cerditos y de las casas (rojo, café y amarillo)
- Tamaño de los cerditos y de las casas (grande, pequeño y mediano)
- Forma de las figuras de la ropa de los cerditos y de las casas (círculo, triángulo y cuadrado)
- Material de la casa (paja, madera y ladrillos)

El maestro formula preguntas para que los alumnos identifiquen y reconozcan cuáles son los atributos que definen cada tarjeta. Es necesario que el maestro formule preguntas con cada tipo de atributo.



#### Preguntas

- ¿Qué cerdito lleva la camiseta de color amarillo/café/rojo?
- ¿Qué casa está pintada de color amarillo/café/rojo?
- Tenemos estos tres cerditos. ¿Cuál es el más grande/pequeño?
- Tenemos estas tres casas. ¿Cuál es la más grande/pequeña?
- ¿Qué cerdito lleva en su camiseta círculos/triángulos/cuadrados?
- De estas tres casas, ¿cuál es la que tiene forma de círculo/triángulo/cuadrado?
- De estas tres casas, ¿cuál es la que está hecha de paja/madera/ladrillo?

La tarea matemática que se muestra en la Figura 2 permite reconocer distintas cualidades sensoriales y sus atributos, y establecer unas primeras relaciones entre ellos. El desarrollo de la tarea, pues, implica la comparación de elementos considerando diferentes criterios cualitativos que responden al color, tamaño, forma y materiales de los objetos involucrados en la tarea.

La tarea se plantea en un contexto intermedio, a través de la adaptación de un recurso literario, como es el cuento de los tres cerditos. Posteriormente, interviene un contexto informal, con el uso de un material lógico estructurado previamente diseñado, como son las tarjetas que representan los elementos del cuento.

### Figura 3

#### Ejemplo de tarea matemática diseñada para niños y niñas de 4 años

##### Representando seriaciones con el cuerpo

Durante esta actividad todos los alumnos trabajan en grupo y se comunican entre ellos para representar la seriación y saber donde ubicarse.

Para comenzar la actividad el docente dibuja una línea en el suelo que es donde se tendrán que ubicar los niños para hacer la seriación. A partir de aquí, el docente dice una seriación que los alumnos deben formar, por ejemplo: niño- niña-niño-niña-niño-niña

El docente pregunta: ¿cómo deben ubicarse para continuar la serie?, ¿cuál es el patrón de la serie?

Posteriormente, el docente tapa los ojos a los alumnos y los ubica en un orden determinado, por ejemplo: niño-niño-niña-niño-niño-niña-niño-niña. Cuando todos los alumnos estén ubicados, se destapan los ojos y hablando entre ellos deben ser capaces de identificar ¿quién falta en el espacio vacío? ¿por qué?

En la tarea de la Figura 3 se abordan las seriaciones con patrones de repetición, requiriendo ampliar una secuencia e identificar elementos faltantes de una secuencia. Para ello, se plantea la tarea en un contexto informal a través de una situación real que forma parte del entorno inmediato de los niños, como es el representar seriaciones a partir de un patrón AB con su propio cuerpo.

### Figura 4

#### Ejemplo de tarea matemática diseñada para niños y niñas de 5 años

##### ¿Qué ha cambiado?

Los niños se sentarán en círculo y trabajaremos en gran grupo.

La maestra presentará una pecera con diferentes tipos de peces y unas tarjetas con diferentes cualidades de los peces (una hace referencia al color, otra si es brillante o no, si tiene rayas, círculos o nada, y si tiene burbujas). Luego, explicará que estas tarjetas sirven para cambiar las cualidades de los peces y que desde la pecera iremos recibiendo indicaciones sobre el tipo de pez que se debe pescar.

A partir de las preguntas que hará la maestra los niños deberán decir la respuesta sobre cual es el pez que creen que deberán de pescar. En caso de no ser correcto, la maestra hará preguntas para que puedan descubrir cual es.

##### Preguntas:

Si la pescadería nos envía un pez verde, brillante, con rayas y burbujas, y una tarjeta con puntitos brillantes que significa que cambia el tipo de piel del pez (si es brillante o no):

¿Qué pez tendremos que pescar? ¿Por qué?

¿Podemos pescar un pez rojo, no brillante con rayas y burbujas?

¿Podemos pescar un pez verde, brillante con puntitos y burbujas?

¿Por qué no podemos pescar un pez verde, no brillando con puntitos y burbujas?



Si la pescadería había pedido un pez verde, brillante, de rayas y con burbujas, pero han recibido un pez naranja, brillante con rayas y burbujas:

¿Que ha cambiado?

¿Qué tarjeta tendremos que coger para explicar lo que ha cambiado?

Si hubieran recibido un pez verde, brillante, con puntitos y burbujas, ¿qué ha cambiado?



Finalmente, en la tarea de la Figura 4 se aborda el cambio: concretamente, se deben aplicar cambios cualitativos a través de un operador y reconocer las características que han cambiado (por ejemplo, cambia el color). Para ello, se plantea la tarea en un contexto informal a través de material manipulativo estructurado previamente diseñado, como es la pecera y los peces (de colores, tamaños y estampados diferentes).

## **Consideraciones finales**

En este estudio se ha analizado la transformación de los conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil a partir del diseño de tareas, considerando que el diseño de tareas contribuye al desarrollo del conocimiento profesional docente (Pincheira & Alsina, 2022). Este análisis se ha realizado a partir de la caracterización de los conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil propuesta por Alsina y Delgado (2022) que, como se ha indicado, integra elementos de los principales modelos de conocimiento para enseñar matemáticas (e.g., Ball et al., 2008; Carrillo et al., 2018; Rowland et al., 2005) y tiene en cuenta las características propias de la educación matemática infantil (Alsina, 2020).

Por cuestiones de extensión, el análisis se ha focalizado en el Conocimiento de los Contenidos Matemáticos (C-CM) y en el Conocimiento sobre la Planificación y Gestión de Actividades de enseñanza de las matemáticas (C-PGA) que activan 105 docentes en formación del Grado de Maestro de educación infantil, cuando diseñan tareas de álgebra temprana.

En relación con el C-CM, los contenidos para abordar la enseñanza del álgebra temprana en educación infantil que activan los docentes en formación se centran en las relaciones a partir del reconocimiento de atributos, mientras que el diseño de tareas con contenidos asociados a los cambios es escaso y, todavía más, en el caso de los patrones. Esta tendencia puede interpretarse desde, por lo menos, dos puntos de vista: por un lado, lamentablemente el currículo español vigente de Educación Infantil no considera prácticamente el cambio y omite los patrones (Alsina, 2022b), razón por la cual los docentes en formación pueden tener una percepción sesgada en torno a la relevancia de estos contenidos. Así, a pesar de que en la formación recibida se destaca la importancia de los patrones y el cambio en el desarrollo del pensamiento matemático (Alsina & Pincheira, 2022; Lüken & Sauzet, 2020; Warren & Cooper, 2005) podrían no sentirse interpelados para diseñar tareas asociadas a estos dos contenidos; por otro lado, la influencia de la enseñanza de la matemática que los futuros docentes recibieron cuando ellos mismos eran estudiantes de educación infantil puede haber influido también en el hecho de que se sientan más seguros cuando diseñan tareas cuyo contenido son las clasificaciones y ordenaciones por criterios cualitativos, al tratarse de un tipo de contenido mucho más presente en las prácticas de enseñanza y en los libros de texto (Pincheira et al., 2022).

Por otra parte, respecto del C-PGA, el conocimiento que activan los docentes en formación en el diseño de las tareas responde principalmente a un contexto informal, a partir del uso de material manipulativo. Este dato está alineado con las directrices contemporáneas en torno a las formas de abordar la enseñanza de las matemáticas en infantil, al existir un acuerdo generalizado que se aprenden, primero, a partir de la manipulación, la experimentación y el juego, ya que permiten visualizar las ideas matemáticas de manera concreta (Alsina, 2022a). Adicionalmente, hay que considerar que la manipulación de materiales es, en ella misma, una manera de aprender matemáticas que “promueve la autonomía del aprendiz, ya que limita la participación de los otros, principalmente del adulto, en momentos cruciales del proceso de aprendizaje” (Alsina & Planas, 2008, p. 50).

En síntesis, por un lado, estos primeros resultados han evidenciado que los futuros docentes de matemáticas de educación infantil empiezan a transformar el C-CM, en este caso concreto en torno a los contenidos para enseñar álgebra temprana, a través de procesos de co-construcción, puesto que las tareas se han diseñado colectivamente en el marco de la interacción, la negociación y el diálogo (Alsina et al., 2019). Sin embargo, como señala Alsina (2022b), hace falta seguramente insistir mucho más en el contraste entre lo que menciona el currículo o bien lo que les enseñaron cuando eran pequeños con los datos contemporáneos que viene aportando la investigación en educación matemática infantil para llevar a cabo un proceso de reconstrucción del conocimiento profesional que les aporte seguridad para diseñar, de manera paritaria, tareas alrededor de todos los contenidos. Por otro lado, respecto al C-PGA, hay que seguir insistiendo en cuestiones relevantes como, por ejemplo, que la manipulación es, en ella misma, una manera de aprender que ha de hacer más eficaz el proceso de aprendizaje de las matemáticas, sin hacerlo necesariamente más rápido (Alsina & Planas, 2008). Otra cuestión muy relevante es que, junto con la manipulación de materiales, deberían considerarse otros contextos como las situaciones reales o los recursos literarios, tecnológicos y gráficos, para responder a las necesidades reales de aprendizaje de la diversidad de los niños y las niñas de educación infantil (Alsina, 2022a).

Con el propósito de que la formación inicial no sea una especie de tabla rasa que haga que, cuando los docentes en formación accedan a la profesión, reproduzcan los mismos modelos con los que aprendieron de pequeños (Esteve & Alsina, 2020), será necesario diseñar nuevos estudios que sigan aportando datos en torno al desarrollo y la transformación del conocimiento profesional docente que se focalicen en otros aspectos muy relevantes del conocimiento para enseñar matemáticas en educación infantil como el Conocimiento de los Procesos Matemáticos (C-PM), el Conocimiento sobre las Orientaciones Curriculares (C-OCU), etc.

### ***Agradecimientos***

Este estudio fue apoyado por la Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo del Gobierno de Chile (ANID) mediante una beca de doctorado en el extranjero, Folio N° 72200447.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener conflictos 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**

Todos los coautores han participado en el proceso de investigación y redacción.

### **Referencias**

- Acosta, Y., Pincheira, N. y Alsina, Á. (2022). El pensamiento algebraico en educación infantil: estrategias didácticas para promover las habilidades para hacer patrones. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 11(2), 1-37. <https://doi.org/10.24197/edmain.2.2022.1-37>
- Alsina, Á. (2014). Procesos matemáticos en Educación Infantil: 50 ideas clave. *Números*, 86, 5-28.
- Alsina, Á. (2015). *Matemáticas intuitivas e informales de 0 a 3 años. Elementos para empezar bien*. Narcea, S.A. de Ediciones.
- Alsina, Á. (2019). La educación matemática infantil en España: ¿qué falta por hacer? *Números*, 100, 85-108.
- Alsina, Á. (2020). Revisando la educación matemática infantil: una contribución al Libro Blanco de las Matemáticas. *Edma 0-6: Educación Matemática en la Infancia*, 9(2), 1-20.
- Alsina, Á. (2022a). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (3-6 años)*. Graó.
- Alsina, Á. (2022b). Los contenidos matemáticos en el currículo de Educación Infantil: contrastando la legislación educativa española con la investigación en educación matemática infantil. *Épsilon – Revista de Educación Matemática*, 111, 67-89.
- Alsina, Á., Batllori, R., Falgàs, M. y Vidal, I. (2019). Marcas de autorregulación para la construcción del perfil docente durante la formación de maestros. *Revista Complutense de Educación*, 30(1), 55-74.
- Alsina, Á. y Delgado, R. (2022). ¿Qué conocimientos necesita el profesorado de Educación Infantil para enseñar matemáticas? *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 5(1), 18-37.
- Alsina, Á. y Mulà, I. (2019). Advancing towards a transformational professional competence model through reflective learning and sustainability: The case of mathematics teacher education. *Sustainability*, 11, 4039. <https://doi.org/10.3390/su11154039>.
- Alsina, Á. y Pincheira, N. (2022). El cambio: un conocimiento esencial del álgebra temprana. *Revista Científica ECOCIENCIA*, 9(6), 49-76. <https://doi.org/10.21855/ecociencia.95.737>

- Alsina, Á. y Planas, N. (2008). *Matemática Inclusiva. Propuestas para una educación matemática accesible*. Narcea S. A.
- Altman, D.G. (1991). *Practical statistics for medical research*. Chapman and Hall.
- Ball, D.L., Thames, M.H. y Phelps, G. (2008). Content Knowledge for Teaching: What Makes it Special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Baroody, A.J. (1987). *Children's Mathematical Thinking. A developmental framework for preschool, primary, and special education teachers*. Teachers College Press.
- Blanton, M. y Kaput, J. J. (2005). Characterizing a classroom practice that promotes algebraic reasoning. *Journal for Research in Mathematics Education*, 36(5), 412-446. <https://doi.org/10.2307/30034944>
- Cai, J. y Knuth, E. (2011). *Early algebraization. A Global dialogue from multiple perspectives*. Springer.
- Carraher, D. W. y Schliemann, A. D. (2007). Early algebra and algebraic reasoning. En F. K. Lester (Ed.), *Second handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 669-705). NCTM e IAP.
- Carrillo, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L.C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M. y Muñoz-Catalán, M<sup>a</sup>. C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20, 236-253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Castro, E. y Castro, E. (Eds.) (2016), *Enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en educación infantil*. Ediciones Pirámide.
- Charalambous, C. y Pitta-Pantazi, D. (2016). Perspectives on priority mathematics education: Unpacking and understanding a complex relationship linking teacher knowledge, teaching, and learning. En L. English y D. Kirshner (Eds.), *Handbook of International Research in Mathematics Education* (pp. 19-59). Routledge.
- Clements, H.D. y Sarama, J. (2015). *El Aprendizaje y la Enseñanza de las Matemáticas a Temprana Edad*. Learning Tools LLC.
- Creswell, J. W. (2014). *Research Design: Qualitative, Quantitative, and Mixed Methods Approaches*. Sage Publications.
- Esteve, O. y Alsina, Á. (2020). Más allá del PowerPoint: promoviendo el aprendizaje activo en la formación de maestros no presencial. *Papeles de Trabajo sobre Cultura, Educación y Desarrollo Humano*, 16(3), 1-14.
- Fischbein, E. (1987). *Intuition in science and mathematics. An educational approach*. Holland Reidel Publishers.
- Freudenthal, H. (1991). *Revising mathematics education*. Kluwer Academic Publishers.
- Gasteiger, H. y Benz, C. (2018). Enhancing and analyzing kindergarten teachers' professional knowledge for early mathematics education. *The Journal of Mathematical Behavior*, 51, 109-117.
- Geist, E. (2014). *Children are born mathematicians: supporting mathematical development, birth to age 8*. Pearson.

- Hundeland, P.S., Erfjord, I. y Carlsen, M. (2017). A kindergarten teacher's revealed knowledge in orchestration of mathematical activities. En T. Dooley y G. Gueudet (Eds.), *Proceedings of the CERME 10* (pp. 1853 - 1860). DCU Institute of Education and ERME.
- Kaput, J. J., Carraher, D. W. y Blanton, M. L. (2008). *Algebra in the early grades*. Lawrence Erlbaum Associates/NCTM.
- Kieran, C. (2022). The multi-dimensionality of early algebraic thinking: Background, overarching dimensions, and new directions. *ZDM Mathematics Education*, 54, 1131-1150. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01435-6>
- Knuth, E., Stephens, A., Blanton, M. y Gardiner, A. (2016). Build an early foundation for algebra success. *Phi Delta Kappan*, 97(6), 65-68. <https://doi.org/10.1177/0031721716636877>
- Krippendorff, K. (2013). *Content Analysis. An Introduction to Its Methodology*. Sage Publications.
- Lee, J. (2010). Exploring kindergarten teachers' pedagogical content knowledge of mathematics. *International Journal of Early Childhood*, 42, 27-41. <https://doi.org/10.1007/s13158-010-0003-9>
- Lenz, D. (2022). The role of variables in relational thinking: an interview study with kindergarten and primary school children. *ZDM Mathematics Education*, 54, 1181-1197. <https://doi.org/10.1007/s11858-022-01419-6>
- Liljedahl, P., Chernoff, E. y Zazkis, R. (2007). Interweaving mathematics and pedagogy in task design: A tale of one task. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 10(4-6), 239-249. <https://doi.org/10.1007/s10857-007-9047-7>
- Lüken, M. y Sauzet, O. (2020). Patterning strategies in early childhood: a mixed methods study examining 3- to 5-year-old children's patterning competencies. *Mathematical Thinking and Learning*, 23(1), 28-48. <https://doi.org/10.1080/10986065.2020.1719452>
- McCray, J. y Chen, J.Q. (2012). Pedagogical content knowledge for preschool mathematics: Construct validity of a new teacher interview. *Journal of Research in Childhood Education*, 26, 291-307. <https://doi.org/10.1080/02568543.2012.685123>
- Mosvold, R., Bjuland, R., Fauskanger, J. y Jakobsen, A. (2011). Similar but different—investigating the use of MKT in a Norwegian kindergarten setting. En M. Pytlak, T. Rowland y E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the Seventh Congress of the European Society for Research in Mathematics Education* (pp. 1802-1811). CERME.
- Muñoz-Catalán, M<sup>a</sup>. C. (2018). Las matemáticas en Educación Infantil. En M<sup>a</sup>. C. Muñoz-Catalán y J. Carrillo (Eds.), *Didáctica de las Matemáticas para maestros de Educación Infantil* (pp. 1-19). Paraninfo.
- Muñoz-Catalán, M<sup>a</sup>. C., Joglar, N., Ramírez, M., Escudero, A.M., Aguilar, A. y Ribeiro, M. (2019). El conocimiento especializado del profesor de infantil desde el aula de matemáticas. En E. Badillo, N. Climent, C. Fernández y M. T. González (Eds.),

- Investigación sobre el profesor de matemáticas: formación, práctica de aula, conocimiento y competencia profesional* (pp. 63–84). Ediciones Universidad Salamanca.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2003). *Principios y estándares para la educación matemática*. Traducción de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.
- Oppermann, E., Anders, Y. y Hachfeld, A. (2016). The influence of preschool teachers' content knowledge and mathematical ability beliefs on their sensitivity to mathematics in children's play. *Teaching and Teacher Education*, 58, 174-184. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.05.004>
- Pepin, B. (2015). *Enhancing mathematics/STEM education: A 'resourceful' approach*. Inaugural lecture, 27 November 2015, Technische Universiteit Eindhoven.
- Pincheira, N., Acosta, Y. y Alsina, Á. (2022). Incorporación del álgebra temprana en Educación Infantil: un análisis desde los libros de texto. *PNA*, 17(1), 1-24. <https://doi.org/10.30827/pna.v17i1.24522>
- Pincheira, N. y Alsina, Á. (2021). Hacia una caracterización del álgebra temprana a partir del análisis de los currículos contemporáneos de Educación Infantil y Primaria. *Educación Matemática*, 33(1), 153-180. <https://doi.org/10.24844/EM3301.06>
- Pincheira, N. y Alsina, Á. (2022). Mathematical knowledge of pre-service Early Childhood and Primary Education Teachers: an approach based on the design of tasks involving patterns. *Australian Journal of Teacher Education*, 47(8), 50-69. <http://dx.doi.org/10.14221/ajte.2022v47n8.4>
- Rico, L. Sierra, M. y Castro, E. (2000). Didáctica de la matemática. En L. Rico y D. Madrid (Eds), *Las Disciplinas Didácticas entre las Ciencias de la Educación y las Áreas Curriculares*. Síntesis.
- Rowland, T., Huckstep, P. y Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: The knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(3), 255–281. <http://dx.doi.org/10.1007/s10857-005-0853-5>
- Shulman, L. S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X015002004>
- Stephens, A., Blanton, M., Knuth, E., Isler, I. y Gardiner, A. M. (2015). Just Say Yes to Early Algebra! *Teaching Children Mathematics*, 22(2), 92-101. <https://doi.org/10.5951/teacchilmath.22.2.0092>
- Sullivan, P., Clarke, D. y Clarke, B. (2013). *Teaching with tasks for effective mathematics learning*. Springer Science & Business Media.
- Thanheiser, E. (2015). Developing prospective teachers' conceptions with well-designed tasks: Explaining successes and analyzing conceptual difficulties. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 18(2), 141-172. <https://doi.org/10.1007/s10857-014-9272-9>

- Twohill, A., Breen, S., Venkat, H. y Roberts, N. (2019). Task design for early algebra. En M. Graven, H. Venkat, A. Essien, y P. Vale (Eds.), *Proceedings of the 43rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 1, pp. 185-186). PME.
- Warren, E. y Cooper, T. (2005). Introducing functional thinking in year 2: A case study of early algebra teaching. *Issues in Early Childhood*, 6(2), 150-162. <https://doi.org/10.2304/ciec.2005.6.2.5>

## Formación permanente nacional y autonómica del profesorado de matemáticas de educación primaria en España

Alicia MARTÍNEZ-GONZÁLEZ  
Alba SANTAMARÍA-HERRERA

### Datos de contacto:

Alicia Martínez González  
Área de Didáctica de la  
Matemática. Departamento de  
Didácticas Específicas. Facultad  
de Educación. Universidad de  
Burgos.  
[aliciamg@ubu.es](mailto:aliciamg@ubu.es)

Alba Santamaría Herrera  
Área de Didáctica de la  
Matemática. Departamento de  
Didácticas Específicas. Facultad  
de Educación. Universidad de  
Burgos.  
[asherrera@ubu.es](mailto:asherrera@ubu.es)

Recibido: 31/03/2023  
Aceptado: 05/07/2023

### RESUMEN

La formación permanente es un derecho y un deber profesional del profesorado de enseñanzas no universitarias. Se sustenta por el Ministerio de Educación y Formación Profesional en colaboración con las consejerías y departamentos de educación de cada autonomía, centro educativo y centro de formación de profesores. Por un lado, la competencia matemática se considera clave e instrumental y por otro, existe la necesidad de adaptar la docencia a los nuevos tiempos. Este estudio busca una radiografía nacional y autonómica de la formación del profesorado de matemáticas de Educación Primaria. Para ello, realiza un análisis descriptivo-comparativo de la oferta de esta formación anunciada desde los portales web nacional y autonómicos. Se analizan materiales y cursos, soporte digital, competencia digital y redes. La formación en el sentido socioafectivo y en situaciones de aprendizaje en matemáticas, incluidos en el currículo de matemáticas en la Ley Orgánica 3/2020, se encuentran desaparecidos (a excepción de La Rioja). Existen muchas iniciativas nacionales y autonómicas relacionadas con la formación de redes de profesorado, de alumnado, de recursos educativos abiertos libres y de distintos cursos. La oferta educativa autonómica es desigual, estando, principalmente, centradas en el desarrollo de la competencia digital y relegando al resto. Considerando las fortalezas y singularidades de cada comunidad autónoma, se propone la página web ideal de formación permanente de profesorado en matemáticas.

**PALABRAS CLAVE:** Formación; Permanente; Profesorado; Matemáticas; Desarrollo profesional del profesorado de matemáticas.

## ***Permanent training of mathematics teachers offered from the Autonomous Regions in Spain***

### **ABSTRACT**

On the one hand, mathematical competence is considered key and instrumental and on the other, there is a need to adapt teaching to the new times. This study is looking for a national and regional radiography of the training of Primary Education mathematics teachers. It carries out a descriptive-comparative analysis of the offer of this training announced from the national and regional web portals. Materials and courses, digital support, digital competence, and networks are analyzed. Training in the socio-affective sense and in learning situations in mathematics, included in the mathematics curriculum in Organic Law 3/2020, are missing (except for La Rioja). There are many national and regional initiatives related to the network's formations of teachers, students, free open educational resources, and different courses. The regional educational offer is diverse, being mainly focused on the development of digital competence and relegating the rest. Considering the strengths and singularities of each autonomous community, the ideal website for permanent teacher training in mathematics is proposed.

**KEYWORDS:** Training; Permanent; Professorate; Mathematics; Professional development of mathematics teachers.

### **1. Introducción**

La formación permanente del profesorado es el conjunto de actividades formativas dirigidas a mejorar su preparación científica, técnica, didáctica y profesional. El artículo 102 de la Orden EDU/2886/2011 determina la formación permanente como un derecho y un deber profesional del profesorado de enseñanzas no universitarias. La formación permanente del profesorado se sustenta por el Ministerio de Educación y Formación Profesional en colaboración entre las consejerías y departamentos de educación de cada comunidad autónoma, los centros educativos y los centros de formación de profesores, que se encargan de planificar e impartir la formación a los docentes.

La Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente de la Unión Europea (DOUE/04/06/2018) establece que los Estados miembros deben "respaldar al personal docente (...) para aumentar las competencias clave de los estudiantes". Determina ocho competencias clave: (i) competencia en lectoescritura, (ii) competencia multilingüe, (iii) competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería, (iv) competencia digital, (v) competencia personal, social y de aprender a aprender, (vi) competencia ciudadana, (vii) competencia emprendedora, (viii) competencia en conciencia y

expresión culturales. Cabe destacar que todas las competencias clave se consideran igualmente importantes, aunque los aprendizajes que tengan carácter instrumental para la adquisición de otras competencias recibirán especial consideración (Ley Orgánica 3/2020 de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación).

Los docentes en activo, antes de ejercer su profesión, han recibido formación en la universidad, pero esta formación en competencia matemática del futuro profesorado de Educación Primaria es heterogénea. Un análisis cuantitativo no experimental de los créditos de los planes de estudios del grado de maestro de Educación Primaria de las universidades españolas revela la falta de consenso en el número mínimo de créditos dedicados a matemáticas y a su didáctica y la casi inexistencia de menciones en matemáticas (Nolla et al., 2021). Alsina (2020) analiza la situación de la matemática y su didáctica en maestros de Educación Infantil y propone una agenda para la acción.

Investigaciones experimentales revelan que un porcentaje significativo de futuros maestros se muestra más inseguro para enseñar matemáticas que otras disciplinas, pero, además, aquellos que presentan creencias más positivas proceden de un bachillerato científico (Alsina & López, 2019). La ansiedad hacia las matemáticas es un factor presente en las actitudes negativas del profesorado condicionando el proceso de enseñanza-aprendizaje y el rendimiento académico del alumnado. La ansiedad estaba presente en ocho de cada diez estudiantes encuestados de primero de magisterio de educación primaria de la universidad de Granada (Sánchez et al., 2011).

El *Libro Blanco de las Matemáticas*, dirigido y coordinado por la Real Sociedad Matemática Española con el apoyo de la Fundación Ramón Areces, muestra una radiografía de la matemática española desde diferentes puntos de vista (Martín de Diego et al., 2020). Dentro de las recomendaciones que enumera, se encuentra la “necesidad de establecer estrategias para conseguir mejoras en el conocimiento matemático inicial de los maestros y maestras de Educación Primaria. En el caso del profesorado de primaria, los autores dicen que debería ser un requisito mínimo el haber cursado Matemáticas en el Bachillerato para acceder al Grado de Maestro/a en Educación Primaria. Para suplir la falta de especialidad de matemáticas o científica en la educación primaria, el libro plantea la figura del docente con formación reforzada en matemáticas, para coordinar y ayudar al resto de docentes en el área de matemáticas” (Martín de Diego et al., 2020).

De las 394 menciones ofertadas en el sistema educativo español para el Grado de maestro en Educación Primaria, sólo 9 están relacionadas con contenidos científicos (representa el 2%), de las cuales 4 hacen referencia a matemáticas y únicamente una universidad oferta la mención en matemáticas exclusivamente para dicho grado (Universidad Autónoma de Barcelona). Por otro lado, un 34% de menciones son en idiomas, un 15% en música y en arte, un 15% en educación física y psicomotricidad y un 4% en TIC (Nolla et al., 2021).

Algunos autores han mostrado la visión sobre la situación de la formación permanente del profesorado de matemáticas en primaria. Concluyen que existe una

insuficiente formación inicial, puesto que la mayoría de los docentes procede de otras especialidades, y que este déficit debería ser cubierto por la formación permanente, pero consideran que ésta se ejerce poco o mal. En 2019 un estudio concluía que esta necesidad de formación permanente se encontraba desatendida o directamente ignorada por las administraciones educativas (García, 2019).

Aunque no existe una extensa literatura sobre la adecuación de la formación permanente del profesorado de matemáticas de Educación Primaria, existen algunas notables excepciones además de las ya mencionadas. En 2019, Badillo y sus colaboradores (pp. 8-15) exponen la situación del profesorado de matemáticas bajo cuatro miradas: la práctica del aula, el conocimiento del profesor, el aprendizaje del profesor y el desarrollo profesional y dominio afectivo. Son muchos los desafíos que plantea la formación continua del profesorado de matemáticas en España para dar respuesta a los cambios de los nuevos currículos competenciales y, en particular, los que se plantean con las 24 propuestas para la mejora de la profesión docente (MEFP, 2022). La radiografía de la situación actual de la formación continua del profesorado de matemáticas en España subraya la falta de planes sistemáticos de formación continua, así como la necesaria cohesión con la formación inicial y la falta de una formación específica que permita orientar una enseñanza interdisciplinar de las matemáticas con otras disciplinas (Barquero, 2023).

Las matemáticas tienen un papel protagonista en la sociedad actual con la emergente denominada cuarta revolución industrial. La formación matemática del futuro profesorado de primaria tiene una relevancia que alcanza al conjunto de la sociedad, dado que este profesorado será el responsable de formar a una ciudadanía competente matemáticamente. La adecuada formación inicial del profesorado en matemáticas y su didáctica y su formación permanente suponen un reto para el conjunto de la sociedad.

Recientemente, el Ministerio de Universidades propuso un “proyecto de orden por la que se establecen los requisitos para la verificación de los planes de estudios conducentes a la obtención de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de la profesión de Maestra/o en Educación Primaria”. El Comité Español de Matemáticas (CEMat) que agrupa a todas las sociedades científicas y otras entidades académicas y profesionales del ámbito matemático de España, así como muchos de los Departamentos y Áreas de didáctica de la Matemática de las Universidades Españolas, han mostrado su total rechazo. Algunos de los argumentos alegados por la Real Sociedad Matemática Española (RSME, 2023):

- La reducción de la formación para la enseñanza de las matemáticas del futuro profesorado de primaria que choca frontalmente con la importancia reconocida de las matemáticas como aprendizaje de carácter instrumental.
- Ni siquiera los especialistas en primaria tendrían una formación suficiente para enseñar matemáticas, dado que no podría abordarse la enseñanza de los diferentes sentidos que se establecen en el área de matemáticas en el currículo

de la etapa (sentido numérico, de la medida, espacial, algebraico, estocástico y socioafectivo).

- La propuesta formativa diverge notoriamente de las de otros países europeos para la formación inicial de profesorado de Primaria.

Cuanto menor sea la formación inicial del profesorado de educación primaria, mayor deberá ser el esfuerzo requerido posteriormente asociado a su formación permanente en este campo. La Orden EDU/2886/2011, de 20 de octubre, por la que regula la convocatoria, reconocimiento, certificación y registro de las actividades de formación permanente del profesorado destaca que “los cambios en la educación y en la sociedad plantean nuevas demandas a la profesión docente que la hacen cada vez más compleja. En consonancia con estos cambios también se han producido cambios en las modalidades y estructura de las actividades de formación”.

La Ley Orgánica 2/2006 y la Ley Orgánica 3/2020 (LOE y LOMLOE) fijan las directrices a las que deben acogerse los programas de formación permanente ofertados por las administraciones educativas, encargadas de la planificación y programación dentro de su ámbito de gestión. Han de poner a disposición de los docentes una oferta diversificada de actividades y atender a sus necesidades formativas, estableciendo además otras líneas prioritarias de formación. La legislación subraya la necesidad de mejorar los procesos de formación inicial y acceso a la función docente, así como la formación permanente del profesorado.

El Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP), a través del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado (INTEF), establece anualmente las líneas prioritarias a las que deben ajustarse los planes de formación permanente del profesorado. También ofrece programas de formación permanente de carácter estatal y establece los convenios oportunos con otras instituciones para este fin.

La formación permanente del profesorado se sustenta en la estrecha colaboración entre consejerías y departamentos de educación de cada comunidad, los centros educativos y los centros de formación de profesores que planifican e imparten la formación a los docentes. Esta cesión de competencias a las CCAA implica que se pueden diseñar planes de formación específicos adaptados a cada necesidad, pero corre el riesgo de ofertar planes de formación desiguales. Además, la ventana de comunicación principal entre la formación docente permanente y el profesorado tiende a realizarse a través de los portales web de las CCAA, que ya sabemos gracias a diversos estudios, que son diversos y que, por ejemplo, la mayoría no estaba preparado para la pandemia (Martínez-González, 2017, 2020). Estos mismos autores reflejaron que los recursos y la formación en matemática se mostraron escasos y la navegabilidad de sus páginas resultaba muy mejorable.

El presente estudio tiene por objetivos: (i) mostrar la estructura institucional de la formación permanente del profesorado en España, (ii) caracterizar las principales propuestas ofertadas por el plan nacional, (iii) analizar las especificaciones ofertadas

o promovidas por las CCAA en materia de formación permanente en matemáticas para profesorado de educación primaria en sus portales web y (iv) estudio de las fortalezas de las webs de formación permanente del profesorado de matemáticas de primaria.

## **2. Metodología**

El estudio se lleva a cabo desde un enfoque no experimental de tipo descriptivo-comparativo (McMillan & Schumacher, 2005). Esta investigación descriptiva pretende caracterizar, o cuantificar en los casos que sea posible, la oferta de formación permanente del profesorado de matemáticas de primaria de distintas instituciones y compararlas buscando semejanzas y diferencias entre ellas.

La técnica de recogida de datos consiste en una búsqueda sistemática de la información en línea en cada uno de los portales web de formación permanente al profesorado a nivel nacional y autonómico a fecha de actualización de 25 de marzo de 2023.

### **2.1 Recopilación de información de la estructura institucional de la formación permanente**

Para mostrar la estructura jerárquica institucional de la formación permanente del profesorado en España en matemáticas de Educación Primaria, es preciso recurrir a la normativa vigente. En la normativa quedan fijadas las relaciones y subordinaciones entre administraciones. Cada Comunidad Autónoma (CA) queda regulada por su propia reglamentación y tiene, a menudo, varias instituciones encargadas de dicha tarea. De modo que se trata de decenas de instituciones con nombres similares, para facilitar la comprensión y estructura, se realiza una infografía.

### **2.2 Recopilación de información de la formación permanente de maestros de matemáticas de Educación Primaria a nivel nacional**

La información difundida en la web nacional dependerá, en gran medida, de las atribuciones otorgadas por normativa. Por ello, este estudio presta especial atención a las siguientes atribuciones del Ministerio de Educación y Formación Profesional:

1. Elaboración, promoción y difusión de materiales curriculares, diseño de modelos para la formación docente y diseño y realización de programas específicos destinados a la actualización científica y didáctica.
2. Elaboración y difusión de materiales en soporte digital y audiovisual de todas las áreas de conocimiento.
3. Realización, en colaboración con las CCAA, de programas de formación del profesorado específicos para el desarrollo de la competencia digital.

4. Desarrollo y mantenimiento evolutivo de aplicaciones, plataformas y portales para el ámbito educativo, creación de redes sociales y comunidades de práctica docente.

Siempre que sea posible, se utiliza el buscador para encontrar los cursos, seminarios, jornadas, proyectos etc., relacionados con las matemáticas. Además, si la información anterior está disponible para Educación Primaria, se detalla.

Se consideran las propuestas STEAM y se valora positivamente si los recursos son abiertos y/o libres. Con la información obtenida de la página web nacional, se realizan diferentes infografías que organizan y sintetizan la información mostrada más relevante. Las infografías se centran en cuatro familias de contenidos: i) la biblioteca de Educación (del Ministerio de Educación y Formación Profesional), ii) la formación y colaboración, iii) los recursos educativos y iv) la tecnología educativa (del INTEF).

### **2.3 Recopilación de información de la formación permanente autonómica de maestros de Matemáticas de Educación Primaria**

En general, se sigue la misma metodología que para la sección 2.2. El volcado de datos se realiza en una hoja de cálculo (de Microsoft Excel) en la que se almacena, en cada pestaña, la información de cada web. El listado de las páginas web analizadas queda recogido en la Tabla 1.

Debido a la heterogeneidad de la información publicada, su estructura y su grado de detalle, resulta difícil crear variables comunes para comparar la formación de profesorado permanente de matemáticas de Educación Primaria ofertada por las CCAA. La información recogida para cada CA se clasifica como:

- a) Introducción e información relativa al profesorado que ejerció su actividad en Educación Infantil y Primaria en 2021-22 obtenida de la base de datos del Ministerio de Educación y Formación Profesional (EDUCABase, 2023).
- b) Materiales, modelo de formación y programas específicos: Incluye la organización de la formación, así como el número de cursos o acciones formativas en matemáticas (cuando sea posible se detallarán exclusivamente los referidos a Educación Primaria).
- c) Soporte digital y audiovisual, incluyendo el análisis de la web principal en la que se desarrolla la formación.
- d) Programas para el desarrollo de competencia digital: se analizan además las plataformas o formaciones realizadas con el fin de alcanzar la Competencia Digital Docente.
- e) Redes o comunidades de profesorado: se analiza la existencia de redes propias de colaboración entre profesores para la realización de actividades o el intercambio de recursos. En caso de no disponer de dichas redes se tendrá en cuenta la existencia de enlaces a redes a nivel estatal o europeas. Se pondrá el foco primaria y matemáticas.

**Tabla 1***Relación de páginas web de las CCAA analizadas*

Comunidad Autónoma	Página web
Andalucía	<a href="https://educaciondistancia.juntadeandalucia.es/profesorado/">https://educaciondistancia.juntadeandalucia.es/profesorado/</a>
Aragón	<a href="https://educa.aragon.es/formacion-del-profesorado">https://educa.aragon.es/formacion-del-profesorado</a>
Principado de Asturias	<a href="https://www.educastur.es/profesorado/formacion-e-innovacion">https://www.educastur.es/profesorado/formacion-e-innovacion</a>
Islas Baleares	<a href="https://ceppalma.caib.es/">https://ceppalma.caib.es/</a>
Canarias	<a href="https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/centros/centros-profesorado/">https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/centros/centros-profesorado/</a>
Cantabria	<a href="https://www.cepdecantabria.es/">https://www.cepdecantabria.es/</a>
Castilla y León	<a href="https://www.educa.jcyl.es/profesorado/es/formacion-profesorado">https://www.educa.jcyl.es/profesorado/es/formacion-profesorado</a>
Castilla-La Mancha	<a href="http://centroformacionprofesorado.castillalamancha.es/">http://centroformacionprofesorado.castillalamancha.es/</a>
Cataluña	<a href="https://xtec.gencat.cat/ca/formacio/">https://xtec.gencat.cat/ca/formacio/</a>
Comunidad Valenciana	<a href="https://ceice.gva.es/es/web/formacion-profesorado/">https://ceice.gva.es/es/web/formacion-profesorado/</a>
Extremadura	<a href="https://formacion.educarex.es/">https://formacion.educarex.es/</a>
Galicia	<a href="http://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/15102">http://www.edu.xunta.gal/portal/es/node/15102</a>
Comunidad de Madrid	<a href="https://innovacionyformacion.educa.madrid.org/">https://innovacionyformacion.educa.madrid.org/</a>
Región de Murcia	<a href="http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=3918&amp;RASTRQ=c798\$m&amp;IDTIPO=100">http://www.carm.es/web/pagina?IDCONTENIDO=3918&amp;RASTRQ=c798\$m&amp;IDTIPO=100</a>
Comunidad Foral de Navarra	<a href="https://educages.navarra.es/Educa/cursos-formacion/es/#/public">https://educages.navarra.es/Educa/cursos-formacion/es/#/public</a>
País Vasco	<a href="http://nagusia.berritzeguneak.net/es/">http://nagusia.berritzeguneak.net/es/</a>
La Rioja	<a href="https://www.larioja.org/edu-innovacion-form/es/actividades-formacion-crie/cursos">https://www.larioja.org/edu-innovacion-form/es/actividades-formacion-crie/cursos</a>
Ceuta y Melilla	<a href="https://www.educacionyfp.gob.es/ca/contenidos/ba/ceuta-melilla/ceuta/formacion-profesorado/planes-formacion.html">https://www.educacionyfp.gob.es/ca/contenidos/ba/ceuta-melilla/ceuta/formacion-profesorado/planes-formacion.html</a>

## 2.4 Fortalezas de las webs de formación permanente del profesorado de matemáticas de educación primaria

Se buscan una o dos CCAA que destaquen positivamente para cada atribución referida en la Sección 2.3 (materiales, soporte digital, programas para la competencia digital y redes) y subatribución. Con las características más provechosas de la web de cada CA, es posible diseñar una web ideal de formación permanente del profesorado de matemáticas.

Las subatribuciones consideradas son: oferta de cursos presenciales de matemáticas, oferta de recursos y cursos variados, facilidad para la inscripción a cursos, formación

en situaciones de aprendizaje en matemáticas, amplitud y actualización de la biblioteca digital, divulgación de matemáticas inclusivas, oferta de cursos online, oferta en cursos abiertos de programación y robótica, diversidad en programas STEM y STEAM, propuesta de retos al profesorado, Jornadas de enseñanza de las matemáticas, redes con la universidad, Redes con empresas, divulgación cultural, Centros STEM o STEAM.

Adicionalmente, se incluyen otras características generales en las que alguna CA ha destacado. Es el caso de la elección de buscadores que permiten hacer uso de diferentes filtros, la exposición del listado de acciones formativas o la transparencia en cuanto a las actividades reconocidas por el Dpto. de Educación de la CA (en ocasiones el profesorado realiza cursos que no saben de qué modo se reconocerán). Se logra así una propuesta de web autonómica óptima para la formación permanente del profesorado de matemáticas en Educación Primaria.

### **3. Resultados y discusión**

#### **3.1 Estructura institucional de la formación permanente**

El Ministerio de Educación y Formación Profesional se encarga de la propuesta y ejecución de la política del Gobierno en materia educativa y de formación profesional de todas las enseñanzas del sistema educativo, exceptuada la universitaria (Real Decreto 498/2020).

El INTEF es la unidad del Ministerio de Educación y Formación Profesional responsable de la integración de las TIC y la Formación del Profesorado en las etapas educativas no universitarias. Tiene rango de Subdirección General integrada en la Dirección General de Evaluación y Cooperación Territorial que, a su vez, forma parte de la Secretaría de Estado de Educación. Las consejerías y departamentos de educación de cada comunidad autónoma ejercen su competencia en formación permanente del profesorado en sus respectivos ámbitos. El artículo 103 de la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) encomienda a las administraciones educativas una planificación de actividades de formación del profesorado que garantice una oferta diversificada y gratuita y establecer las medidas oportunas para favorecer su participación.

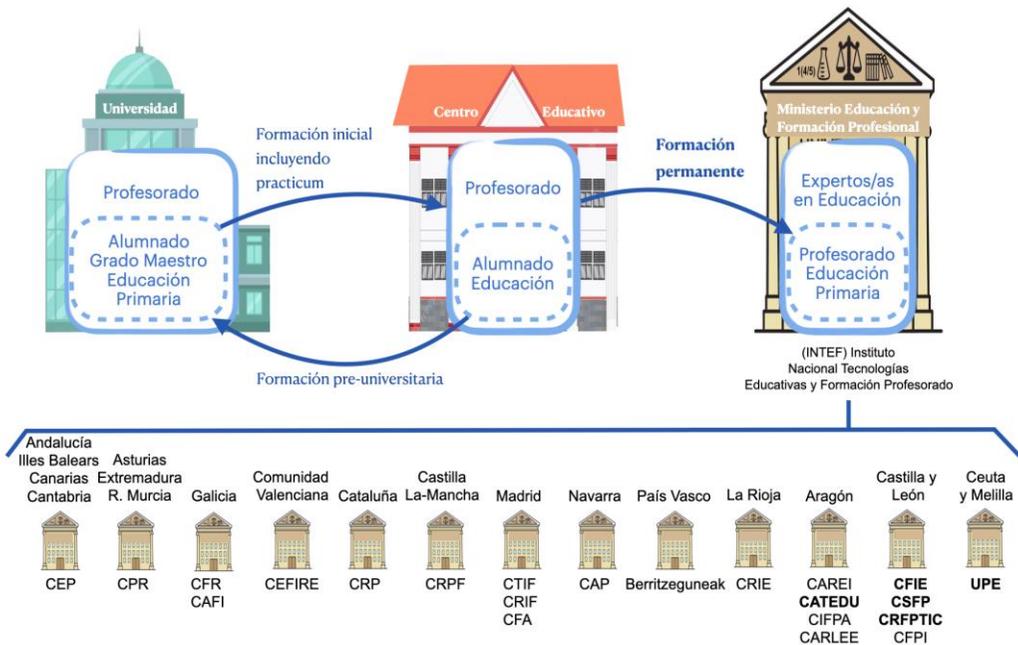
Las actividades formativas de carácter presencial (en ocasiones también semipresencial u on-line) suelen impartirse en los centros de formación del profesorado (esquematisados en la Figura 1), que según la CA reciben la denominación:

- Centros de Profesorado (CEP): Andalucía, Illes Balears, Canarias, Cantabria
- Centros de Profesores y Recursos (CPR): Asturias, Extremadura, Región de Murcia
- Centros de Formación y Recursos (CFR) y Centro Autonómico de Formación e Innovación (CAFI): Galicia
- Centro de Recursos Pedagógicos (CRP): Cataluña
- Centros de Formación, Innovación y Recursos Educativos (CEFIRE): Comunidad Valenciana
- Centro Regional de Formación del Profesorado (CRFP): Castilla-La Mancha

- Centros Territoriales de Innovación y Formación del Profesorado (CTIF) y Centro Regional de Innovación y Formación “Las Acacias” (CRIF) y Centro de Formación Ambiental (CFA): Madrid
- Centros de Apoyo al Profesorado (CAP): Navarra
- Centros de Apoyo a la Formación e Innovación Educativa o Berritzeguneak: País Vasco
- Centro de Innovación y Formación Educativa (CIFE): Aragón, La Rioja
- Centro Aragonés de Recursos para la Educación Inclusiva (CAREI), Centro Aragonés de Tecnologías para la Educación (CATEDU), Centro de Innovación para la Formación Profesional de Aragón (CIFPA) y Centro Aragonés de Lenguas Extranjeras para la Educación (CARLEE): Aragón
- Centro de Formación del profesorado e Innovación Educativa (CFIE), Centro Superior de Formación del Profesorado (CSFP), Centro de Recursos y Formación del Profesorado en TIC (CRFPTIC) y Centro de Formación del Profesorado en Idiomas (CFPI): Castilla y León
- Unidad de Programas Educativos (UPE): Ciudades de Ceuta y Melilla.

**Figura 1**

*Formación pre-universitaria, inicial y permanente del profesorado de Educación Primaria.*



### 3.2 Formación permanente de maestros de Matemáticas de Educación Primaria a nivel nacional

El Ministerio de Educación y Formación Profesional ofrece cursos y jornadas para docentes como actividades reconocidas a efectos de formación permanente del

profesorado. La web oficial muestra, desde que hay registro, 6 cursos, webinars o seminarios, pero ninguno de ellos relacionados con la formación en matemáticas y su didáctica. Ofrece también distintas estadísticas como la del “Nivel de formación, formación permanente y abandono: Explotación de las variables educativas de la encuesta de población activa” o la de “Formación, mercado laboral y abandono educativo-formativo, formación a lo largo de la vida”.

Desde la web oficial del Ministerio se proyecta una formación generalista que se centra fundamentalmente en el uso de la biblioteca y sus recursos a modo de autoformación sin encontrar énfasis en ningún contenido didáctico concreto para maestros. La Figura 2 esquematiza la información más relevante relativa a la Biblioteca. Llama la atención que, de los 5533 recursos disponibles con palabra clave “matemáticas”, un máximo de 3, se encuentran prestados.

**Figura 2**

*Recopilación de los servicios al ciudadano más relevantes de la Biblioteca de Educación del Ministerio de Educación y Formación Profesional (con foco en contenidos matemáticos.)*

  
MINISTERIO DE EDUCACIÓN Y FORMACIÓN PROFESIONAL

**Biblioteca de Educación**  
C/ San Agustín, 5. 28014 Madrid  
[biblioteca@educacion.gob.es](mailto:biblioteca@educacion.gob.es)  
Abierto de 9h a 15h  
+ 200.000 monografías y 2.900 revistas

**Catálogo:**  
Título: “matemáticas”,  
5533 resultados (5530 disponibles)  
Título: “matemáticas” y “primaria”, 236 resultados (disponibles 235, 7 son libros o librosE disponibles en la biblioteca virtual, todos con fecha anterior a 2012)  
Revista con palabra clave: “matemáticas”, 5 resultados.

**Servicios**  
Consulta en sala de lectura  
Préstamo personal e interbibliotecario  
Orientación sobre búsquedas  
Acceso libre y gratuito excepto préstamo a domicilio, renovaciones y reservas que precisa carnet de usuario

**Sumario de revistas**  
Permite la búsqueda de las revistas del catálogo por título.

**Recursos electrónico**  
Acceso a recursos electrónicos bajo suscripción o revistas suscritas solo posible dentro de la Biblioteca.

**Centro de documentación**  
Permite la búsqueda de unos 10.000 documentos sobre educación superior (3000 en línea).

Por otro lado, el Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y Formación del Profesorado se define como el “Espacio de encuentro para impulsar el cambio metodológico en las aulas, basado en el fomento de la colaboración escolar, la mejora de los espacios de aprendizaje, el desarrollo de habilidades para el s. XXI y de la competencia digital educativa”. En su web se puede encontrar información sobre: (i) formación y colaboración, ii) recursos educativos y iii) tecnología educativa.

La Figura 3 engloba la información propulsada por el INTEF sobre formación y

colaboración: charlas, redes, estancias profesionales, cursos de verano, etc. De las 25 Educharlas ninguna es de matemáticas, tampoco lo son las jornadas ni los congresos. Resultan especialmente relevantes los resultados de eTwinning, de hecho, es de esperar que los datos de escolares y docentes registrados hayan aumentado considerablemente desde la última actualización (mayo de 2018).

**Figura 3**

*El apartado de Formación y Colaboración de la web del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas muestra una variedad de propuestas y proyectos, aunque no son específicos de matemáticas.*



La Figura 4 engloba los recursos educativos ofertados por el INTEF para el aprendizaje en línea (REAL), bancos de imágenes, experiencias educativas, innovaciones etc. Dentro de los REAL, sorprende el hecho de que existan 35 situaciones de aprendizaje, pero que ninguna de ellas sea en matemáticas. Idénticamente ocurre con los 257 itinerarios didácticos. Sin embargo, gracias al proyecto REAL “Cámara y acción”, se pueden visualizar 183 programas de 5 vídeos cada uno co-producidos por RTVE desde 2020. Esto hace un total de 915 vídeos, y de ellos, 145 tienen relación con las matemáticas. Estos 145 vídeos están clasificados según dificultad alta (39), media (68) y baja (38). Es además valorable el hecho de que exista un apartado para la recopilación de vídeos con GeoGebra clasificados por etapas educativas.

El banco de imágenes y sonido dispone de 11 colecciones en “Primaria, E.S.O. y

bachillerato”. Dentro de la colección de matemáticas, resulta chocante que existan 498 recursos de geometría, pero sólo 3 de combinatoria, 11 de análisis y 16 de aritmética. Hay una aportación muy desigual a la colección.

Finalmente, de las 22 experiencias educativas inspiradoras de Educación Primaria, 6 de ellas resultan ser de matemáticas: “REA para la inclusión”, “Caramelos Digitales”, “Stranger Numbers”, “RobotRetos”, “Así de fácil” y “Ondas San José”. Además, desde la web, se puede acceder a ExeLearning que es un software libre y colaborativo muy utilizado para crear contenidos educativos.

Figura 4

El apartado de Recursos Educativos de la web del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas muestra una variedad de recursos, muchos de ellos libres y abiertos.

## Recursos educativos



**Proyecto EDIA**  
promueve innovación y experimentación didáctica desarrollando recursos educativos abiertos y formando redes de docentes y centros.

**La aventura de aprender**  
Visibiliza el aprendizaje en entornos “no académicos”

**Procomún**  
Red de recursos educativos abiertos en formatos estándar y con licencias abiertas. Fuera de servicio desde 28-02-2023 por mantenimiento

**Banco de imágenes y sonido**  
11 colecciones en “Primaria, ESO, Bachillerato”. Matemáticas se divide en:

- Matemáticas\***, 509 recursos: 191 fotos, 1 sonido, 308 ilustraciones, 3 vídeos y 6 animaciones
- Álgebra**, 41 recursos: 6 fotos, 4 ilustraciones, 31 animaciones
- Análisis**, 11 animaciones
- Aritmética**, 16 recursos: 1 foto, 1 sonido, 14 animaciones
- Combinatoria**, 3 animaciones
- Estadística y Probabilidad**, 77 recursos: 26 fotos, 9 ilustraciones, 42 animaciones
- Funciones/Análisis**, 14 recursos: 2 ilustraciones, 12 animaciones
- Geometría**, 498 recursos: 54 fotos, 283 ilustraciones, 161 animaciones
- Números y medidas**, 78 recursos: 47 fotos, 2 sonidos, 25 ilustraciones, 1 vídeo, 3 animaciones

**Educación digital de calidad**  
Para tener Materiales Educativos Digitales (**MED**) rentables sostenibles, económicamente, tecnológicamente perdurables, robustos y educativamente usables y eficaces. Autoridades nacionales e internacionales han desarrollado **normas** para: aplicar la tecnología en programas educativos y planes de estudio, tratar los datos del usuario a nivel de privacidad y accesibilidad, definir un **MED y la medición de su calidad**.

**Experiencias educativas inspiradoras** 22 de primaria (6 de matemáticas).

**ExeLearning**  
programa, libre, colaborativo y abierto para crear fácilmente contenidos educativos

La Figura 5 exhibe información sobre tecnología educativa propuesta por el INTEF. Aunque la tecnología ofertada no está exclusivamente diseñada para la clase de matemáticas, bien es cierto que las propuestas trascienden a los ámbitos. De este modo, la formación permanente en lo que será el aula del futuro o las escuelas de pensamiento

computacional, sin duda repercutirán también en la formación en matemáticas y su didáctica.

Se consolida la tendencia de la creación de redes de todo tipo, de profesorado, pero también de alumnado o de centros de enseñanza. De hecho, el observatorio de tecnología educativa muestra 97 artículos de docentes para docentes y uno de ellos es de matemáticas interactivas con Graspable.

**Figura 5**

*El apartado de Formación y Colaboración de la web del Instituto Nacional de Tecnologías Educativas muestra una variedad de propuestas y proyectos, aunque no son específicos de matemáticas.*

## Tecnología educativa





**Observatorio de tecnología educativa**  
biblioteca virtual de 97 artículos (1 de matemáticas interactivas con Graspable), *creados por docentes para docentes*, en torno a la innovación digital en el aula



**Seguridad Del menor en internet**  
busca garantizar la protección de datos personales de menores. Una inspección detectó el uso de apps y la nube al margen de las plataformas educativas de los centros que podían registrar datos personales incluyendo fotos y calificaciones.



**Aula del futuro**  
objetivo: que los docentes vean un modelo de referencia para promover cambios metodológicos en su práctica docente a través de la creación de espacios flexibles que promuevan el uso de metodologías activas y así favorecer el desarrollo competencial del alumnado a través de actividades: crear, investigar, desarrollar, presentar... Ofrece:  
1-formación a través de cursos  
2-kit de herramientas  
3-Banco de situaciones de aprendizaje (ninguna de matemáticas para primaria)



**Escuelas conectadas para:** dotar a los centros educativos de banda ancha ultrarrápida y para extender y consolidar el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en el Sistema Educativo Español



**Escuela de pensamiento computacional e Inteligencia Artificial (IA)**  
ofrece recursos educativos abiertos y formación que ayuden a los docentes a incorporar esta habilidad a través de actividades de programación y robótica. Incluye buenas prácticas y más info en [CodeINTEF](#)



**AbiesWeb**  
consultar catálogos para importar registros bibliográficos, ([REBECA](#), [British National Bibliography](#), [REBIUN](#), [CSIC](#), [Miguel Cervantes](#), [Navarra](#), [Biblioteca Pública de Soria](#)...)



**Samsung Smart School**  
impulsa el aprendizaje del alumnado a través de móviles, proporcionándoles acceso a tecnología de última generación y reduciendo la brecha digital en zonas desfavorecidas por su ubicación geográfica, la ratio de abandono escolar o de desempleo

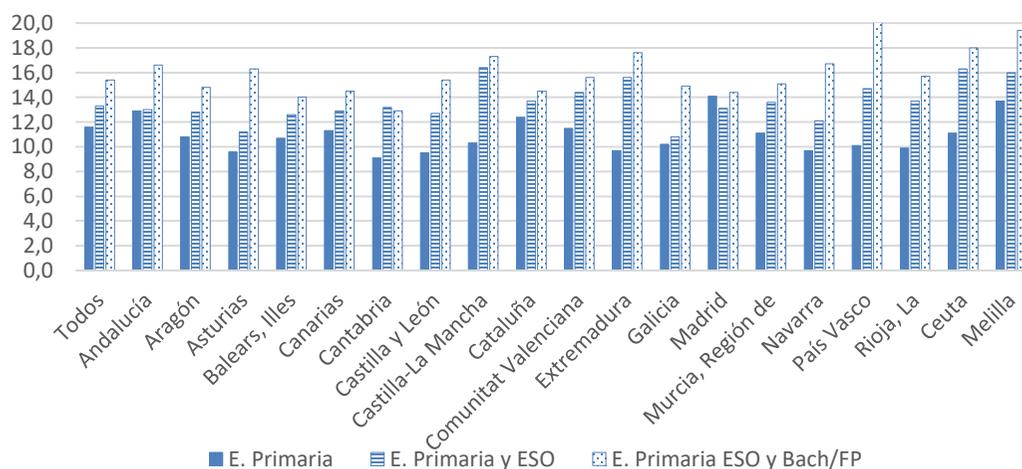
### 3.3 Formación permanente autónoma de maestros de Matemáticas de Educación Primaria

La normativa referente a la formación permanente de cada CA se encuentra en: <https://www.educacionyfp.gob.es/mc/redie-eurydice/sistemas-educativos/profesorado/formacion-permanente-profesorado/legislacion.html>

Para proceder al análisis de la formación docente por CCAA, conviene contextualizar. En el curso 2021-22 el profesorado con actividad docente en Centros de E. Primaria fue 239.914 (42.690 hombres y 197.224 mujeres), en Centros de E. Primaria y ESO fue 68.449 (18.836 hombres y 49.613 mujeres), en Centros de E. Primaria, ESO y Bachillerato/FP fue 105.393 (33.717 hombres y 71.676 mujeres). La Figura 6 presenta la tasa de alumnos por profesor en centros de Régimen General en el curso 2021-22 (EDUCABase, 2023).

**Figura 6**

*Número medio de alumnos por profesor equivalente a tiempo completo en centros de enseñanzas de Régimen General*



## Andalucía

### a) Información general:

Se trata de la comunidad con mayor número de docentes con un total de 66.400 en Educación Infantil y Primaria en el conjunto de centros de titularidad pública y privada, lo que supone un 18,3% del total de los docentes de esta etapa en el conjunto del país

### b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

Los CEP se organizan en una red de 32 centros del profesorado y la Comisión Andaluza de Formación del Profesorado constituye el órgano de asesoramiento del Sistema Andaluz de Formación Permanente del Profesorado. Al buscar actividades con el descriptor predeterminado de didáctica de las matemáticas se obtienen 27 actividades para Primaria y 10 para Infantil. La web muestra el documento ComunicA Debate con actividades de distintos ámbitos y propuestas didácticas.

### c) Soporte digital y audiovisual:

Destaca por la eficacia de su buscador que permite hacer búsquedas con descriptores de distintos temas y localizar las actividades de formación de forma rápida.

d) Programas para el desarrollo de competencia digital: no se han encontrado

e) Redes o comunidades de profesorado:

Red *Colabora* que ofrece un espacio para la colaboración entre las redes andaluzas del profesorado de Formación Profesional, redes temáticas formativas, grupos de trabajo en los Centros de Profesorado y proyectos de formación colaborativa.

## **Aragón**

a) Información general:

Cuenta con 10.497 docentes para Educación Infantil y Primaria, que suponen un 2,89% del total de los maestros del país para dichos niveles educativos.

b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

Disponen de 10 centros territoriales de formación. Publicita varios itinerarios formativos STEAM y el proyecto *STEAM LAB Aragón*. Dentro de STEAM se ofrecen cursos abiertos: 8 de programación (fundamentalmente Scratch, Python, programación orientada a objetos o aplicaciones de enseñanza del pensamiento computacional) y 21 de robótica (con Arduino, MicroBits, Mblocks, Raspberry, mBot, Beebot y otros robots). Destaca por el número de cursos en formato abierto, así como la cantidad y calidad de cursos en temas de programación y robótica. Aunque los invitados no pueden ver ni contestar los cuestionarios, tienen acceso al contenido.

c) Soporte digital y audiovisual:

Muestra la información a través de una web con acceso directo a apartados clave.

d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

El Plan Aragonés de Digitalización y Competencias Digitales Docentes implementa las competencias digitales en el ámbito docente. Además, el CATEDU es un centro de profesorado específico STEAM y de formación a distancia del profesorado y ofrece servicios destinados a incentivar y facilitar el uso de las TIC en la educación.

e) Redes o comunidades de profesorado:

Cuenta con Aeducar que es una plataforma educativa propia con herramientas para poder diseñar, prototipar, compartir ideas y crear proyectos. Se comparten materiales, proyectos y conocimiento. Se promueven proyectos y actividades educativas que lleven a la reflexión sobre la fabricación propia, que favorecen el consumo responsable y sostenible y el uso de materiales ecológicos y reciclables.

## **Asturias**

a) Información general:

Cuenta con 7.080 docentes en Educación Infantil y Primaria en el conjunto de centros de titularidad pública y privada, lo que supone menos de un 2% del total de los docentes de esta etapa en el conjunto del país.

b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

El CPR cuenta con cuatro delegaciones Avilés Occidente, Cuencas mineras, Gijón Oriente y Oviedo. Los cursos, jornadas y proyectos se dividen en tres modalidades: para el segundo semestre del curso 2022-23 se ofrecieron actividades presenciales (27), semipresenciales (15) y virtuales (16). Únicamente una actividad presencial es relativa a STEAM, "Robótica para Educación Infantil y Primaria" pues los cursos se centran en

la competencia digital, el sentido socioafectivo (igualdad, inclusión, convivencia...) y la prevención de dificultades de aprendizaje. El CPR Gijón Oriente es quien más recursos devuelve al buscar la palabra matemáticas: 73 recursos (el más reciente es de 2015).

**c) Soporte digital y audiovisual:**

En la página web se encuentra el programa formativo ordenado por fechas y la formación organizada por semestres y líneas temáticas. Tiene un buscador de recursos dentro de cada CPR pero no uno general.

**d) Programas para el desarrollo de competencia digital:**

Cuenta con el programa de formación CDD (Competencia Digital Docente) con oferta de tres formaciones de diferentes niveles a lo largo de curso 2022/23.

**e) Redes o comunidades de profesorado:**

Hace uso de Redined, una red de información educativa que recoge investigaciones, innovaciones y recursos creada como proyecto colaborativo.

## **Islas Baleares**

**a) Información general:**

El número de docentes de esta CA en los niveles de Educación Infantil y Primaria tanto en el ámbito público como privado es de 10.113, un 2,79 % del total estatal.

**b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:**

Los CEP cuentan con 7 delegaciones de Palma, Inca, Manacor, Menorca, Ibiza, Formentera y Calvià. Dispone de más de 100 actividades destinadas a los docentes de Infantil, Primaria o profesorado en general, todas 7 de carácter presencial y ninguna de matemáticas. Los únicos recursos que aparecen disponibles son materiales teóricos del CEP de Manacor con solo 3 recursos y ninguno de ellos de matemáticas.

**c) Soporte digital y audiovisual:**

La web en la que se encuentra la información es la del CEP de Palma ya que no se está disponible una web centralizada de todos los CEPs, (en la web del Govern únicamente aparece información institucional). Esta web tiene formato de blog y en ella la oferta formativa aparece solo expresada en catalán. Ofrece un podcast Educam en Digital dentro del proyecto IBSTEAM, en el que se habla de competencia digital y se ofrecen recursos educativos STEAM.

**d) Programas para el desarrollo de competencia digital:**

Cuenta con el Pla Digital de Centre con el que ayudan a los centros a elaborar su propio plan TIC, además de ofrecer hasta seis ediciones a lo largo del presente curso académico de la formación en *competència digital docent*.

**e) Redes o comunidades de profesorado:** no se han identificado redes propias.

## **Canarias**

**a) Información general:**

Cuenta con 14.604 maestros de Educación Infantil y Primaria, lo que supone un 4 % del total de docentes del país para estos niveles educativos.

**b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:**

Dispone de centros en cada isla que se engloban en dos principales en torno a las islas más grandes y pobladas, Santa Cruz de Tenerife y Las Palmas de Gran Canaria. La

formación se divide en tres modalidades: formación en centros educativos, formación en red colaborativa (seminarios, grupos de trabajo, jornadas y congresos) y formación online, que puede ser tutelada, autodirigida (oferta de cursos en línea) o autoformación.

Para encontrar un buscador de formación hay que acceder al “Área personal de formación” en lugar de a la “Oferta formativa general”. Hay 70 cursos autodirigidos y 142 de autoformación cuya consulta de contenidos requiere registro en la web o regresar al inicio y seleccionar los cursos autodirigidos dentro de la oferta formativa general. Solo 1 de estos cursos trata contenidos relacionados con las matemáticas.

Dispone de una gran cantidad de recursos web compuestos por documentos PDF, audios, vídeos, imágenes e incluso plantillas para imprimir con impresora 3D, orientaciones para el diseño y la elaboración de programaciones didácticas y situaciones de aprendizaje. Divulga el Proyecto Newton, dirigido a profesorado de centros públicos de Educación Infantil, Primaria y Secundaria Obligatoria y también a las asesorías de centros del profesorado de la CA de Canarias. El objetivo del proyecto es mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas a través de estrategias metodológicas basadas en la construcción del conocimiento por parte del alumnado, explorando a través de la manipulación y la experimentación, enfatizando la importancia de la resolución de problemas y propiciando la reflexión sobre la práctica docente.

Destaca por la gran cantidad de recursos educativos disponibles de temas variados y en distintos soportes.

c) Soporte digital y audiovisual:

En su web muchas de las consultas de información requieren estar registrado, por lo que no resulta accesible al público general (en el apartado de formación aparecen múltiples iconos que representan los planes formativos).

d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

Dispone de recursos educativos para el uso seguro y responsable de las TIC.

e) Redes o comunidades de profesorado:

En el portal del entorno ecoescuela 2.0 se encontrarán enlaces a los recursos más destacados para el profesorado, los centros educativos, el alumnado y las familias de Canarias, siendo un entorno de trabajo cooperativo y colaborativo que reconduce los procesos tradicionales de profesorado de «Enseñar» y de «Aprender» del alumnado

## **Cantabria**

a) Información general:

Cuenta con 4.906 docentes para Educación Infantil y Primaria, que suponen solo un 1,35 % del total de los maestros del país para dichos niveles educativos.

b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

Laredo, Santander y Torrelavega son las 3 delegaciones de los CEP. Muestran más de 70 actividades ordenadas por fecha (0 de matemáticas) sin buscador para filtrarlas.

c) Soporte digital y audiovisual:

La página web es de diseño sencillo, pero visual, con la información fácilmente accesible desde la portada con el listado de actividades como primer elemento visible.

Los recursos educativos se sitúan en el CEPs de Torrelavega, que tiene formato de blog, en el que recogen recursos y enlaces por temas. En el apartado de matemáticas se recogen 16 enlaces a otras webs o blogs como GeoGebra o Tocamates.

d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

Dispone del apartado de Cursos abiertos de formación en aula virtual y herramientas digitales, para acceder a estos cursos no hace falta inscripción, no conllevan tutorización ni tareas para la evaluación, ni son certificables. Son cursos libres, orientados al aprendizaje personal.

e) Redes o comunidades de profesorado: no se han identificado redes propias.

## Castilla y León

a) Información general:

Cuenta con 17.577 docentes en Educación Infantil y Primaria entre públicos y privados, lo que supone casi el 5 % del total de los docentes de esta etapa en el país.

b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

El plan de formación permanente tiene sedes de CFIEs en Zamora, Valladolid, Soria, Ciudad Rodrigo, Benavente, Segovia, Salamanca, Ponferrada, Palencia, Miranda de Ebro, León, Burgos y Ávila. Se visualizan las formaciones en matemáticas ya realizadas (21) en fase de organización (10) y en desarrollo (23). Las formaciones incluyen cursos (16), cursos en colaboración con universidades (1), cursos-online (2), grupos de trabajo (20), Jornadas (5), Seminarios (9) y proyectos de formación de centros (1).

La Asociación Miguel de Guzmán, formada por las cuatro universidades públicas de Castilla y León, y la Consejería de Educación continúan organizando congresos regionales bienales para profesorado de Matemáticas de todas las etapas educativas.

c) Soporte digital y audiovisual:

La página web tiene un diseño clásico, es relativamente intuitiva y está bien ordenada.

d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

Cuenta con proyectos de innovación educativa TIC como "APPLica", "Conecta", "EspaCyaL.es", "IncluBot", "Filma" y "Sintoniza" relacionados con formación permanente del profesorado en competencia digital además de la certificación CoDiCe TIC para los centros.

e) Redes o comunidades de profesorado: no se han identificado redes propias.

## Castilla-La Mancha

a) Información general:

El número de docentes en los niveles de Educación Infantil y Primaria tanto en el ámbito público como privado es de 18.861, un 5,20 % del total estatal.

b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

El CRFP trabaja este año en seis líneas de formación: la Innovación, Investigación y la Cultura Digital; el Plurilingüismo; la Formación Profesional; la Inclusión Educativa y la Convivencia; la Actividad Física y Deportiva, Arte y Creatividad; y el Desarrollo Profesional Docente. Ninguna de las líneas tiene relación directa con digitalización o competencia STEM, que es la tendencia de otras CCAA. Existen diferentes

modalidades de actuación y formación: 2436 cursos, 203 seminarios, 955 grupos de trabajo, 5 congresos, 68 Jornadas, 4 escuelas, 103 cursos en formación, 85 proyectos de innovación y 21 proyectos. Se realizan 382 actividades formativas en Toledo, 190 en Cuenca, 97 en Guadalajara, 90 en Ciudad Real y 16 en Albacete.

c) Soporte digital y audiovisual:

Su buscador permite filtrar por: modalidad de la formación, estado, modo de impartición, eje formativo, fecha de inicio, centro de celebración, provincia, fecha de cierre etc. El buscador no permite incluir el ámbito o palabras clave para la búsqueda, por tanto, resulta complicado saber qué actividades tienen relación con matemáticas.

d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

Ofertan la Innovación, Investigación y Cultura Digital como líneas de formación.

e) Redes o comunidades de profesorado: no se han identificado redes propias.

## **Cataluña**

a) Información general:

Cuenta con 49.409 maestros de Educación Infantil y Primaria, lo que supone un 13,62% del total, siendo la tercera CA con más docentes.

b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

Los CRP son Centros de Recursos Pedagógicos, que buscan la dinamización pedagógica y el apoyo a la labor docente del profesorado de todos los niveles educativos de los centros de enseñanza no universitaria. En Cataluña hay un total de 75 CRP repartidos en 10 Servicios Territoriales. En el apartado de formación general del profesorado se localizan las actividades formativas agrupadas por temas, en la competencia matemática encontramos 11 actividades (cursos, talleres, jornadas o conferencias). Dispone de un gran número de recursos educativos agrupados por áreas de conocimiento y clasificados por contenidos, aunque no por nivel educativo. En el caso de matemáticas se dispone de recursos de geometría (10), cálculo y álgebra (9), análisis (6) y probabilidad y estadística (4); incluyendo también más de 30 enlaces a otras webs o sitios de interés relacionados con la enseñanza de las matemáticas.

c) Soporte digital y audiovisual:

La página relaciona información de cara a la formación del profesorado inicial y permanente, incluyendo apartados específicos de colaboración con las universidades y enlaces a siete Institutos de Ciencias de la Educación.

d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

Se realizan acciones formativas de competencia digital y de apoyo a la transformación digital de los centros en diversas modalidades como cápsulas formativas e itinerarios, cursos telemáticos, seminarios web (webinars) y Jornadas y por medio de la Red Territorial de Cultura Digital (XTCD)

e) Redes o comunidades de profesorado: no se han identificado redes propias.

## **Comunidad Valenciana**

a) Información general:

Cuenta con 39.992 docentes para Educación Infantil y Primaria, que suponen un 11 % del total siendo la cuarta comunidad en números de docentes.

**b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:**

Se tienen 12 CEFIRE territoriales, 9 específicos. Las asesorías de todos los CEFIRE territoriales y específicos de la Subdirección General de Formación del Profesorado están recopilando recursos educativos de interés para el profesorado. Hay 10 recursos de matemáticas para primaria.

Se ofertan 8 recursos de matemáticas para primaria entre juegos y repositorios de fichas. “Juntos con Webex” es una iniciativa para dar apoyo a los centros, a través de videoconferencias o píldoras formativas (6 en el ámbito de matemáticas).

De los 12 Congresos publicados, uno de ellos es: “IV Congreso CTEM de la Comunidad Valenciana”. De los 134 cursos abiertos a inscripción, hay tres de matemáticas: “Programación LOMLOE en Matemáticas”, “Más allá de las matemáticas: matemáticas manipulativas en Educación Infantil” y “Aprender matemáticas jugando: dados, cartas, dominós y juegos de mesa”.

**c) Soporte digital y audiovisual:**

Destaca por proponer retos quincenales al profesorado para desarrollar competencias curriculares y profesionales y por ofrecer enlaces a “matemáticas inclusivas”. Es de valorar que difunda, a través de la “mochila cultural”, la biblioteca Valenciana, 9 teatros y 3 museos.

**d) Programas para el desarrollo de competencia digital:**

Existe un plan digital extraordinario y formación TIC con más de 20 enlaces a diferentes herramientas, (ninguno de matemáticas). Ofrecen también formación en Competencia Digital Docente nivel A1 de forma online, dinamizada por las asesorías del Plan Digital Educativo, que cubre los indicadores del nivel A1 del MRCDD.

e) Redes o comunidades de profesorado: no se han identificado redes propias.

## **Extremadura**

**a) Información general:**

Cuenta con 9.093 docentes en Educación Infantil y Primaria en el conjunto de centros públicos y privados, lo que supone el 2,5 % del total de docentes de esta etapa.

**b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:**

El CPR cuenta con sedes en Cáceres y Badajoz. De cada una sede dependen 8 CPRs, que dividen la provincia en zonas de influencia. Al buscar con la palabra matemáticas se encuentran un total de 9 actividades, 3 de ellas para Infantil y Primaria (ambas etapas). Al buscar primaria aparecen 76 resultados para todas las áreas, siendo 14 de ellos de contenido matemático o STEAM. No dispone de apartado de herramientas, materiales o recursos educativos.

**c) Soporte digital y audiovisual:**

La página web divulga con iconos grandes los distintos programas, cursos y novedades en portada. Además, dispone de un buscador de actividades dentro del apartado de formación que permite filtrar por tema, por nivel educativo, por tipo de actividad y por CPR en el que se realiza, lo cual resulta muy útil.

**d) Programas para el desarrollo de competencia digital:**

Han realizado 3 ediciones de formaciones en las seis áreas de conocimiento a lo largo del presente curso para la obtención del nivel A2 de Competencia Digital Docente.

e) Redes o comunidades de profesorado: no cuenta con redes propias, pero remite a Etwinning (red europea).

## **Galicia**

### a) Información general:

El número de docentes en los niveles de Educación Infantil y Primaria tanto en el ámbito público como privado es de 17.890, cerca del 5 % del total estatal.

### b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

El CAFI cuenta con 6 CFRs en A Coruña, Lugo, Pontevedra, Ferrol, Ourense y Vigo en las que se delega la formación de cada territorio. Disponen de 3 modalidades de formación: presencial (basadas en cursos, encuentros y jornadas), formación mixta (6 cursos) y formación en red. En la modalidad presencial se han realizado 41 cursos con 3 más en desarrollo, pero únicamente uno de matemáticas: "Tratamiento de datos con folla de cálculo Nivel básico". También se han realizado gran número de jornadas (más de 40) con solo una relativa a la formación STEAM (Laboratorio creativo STEAM en infantil). Se han realizado 15 encuentros y uno está en desarrollo, destacando únicamente en matemáticas el de "Rutas matemáticas por Compostela". En cuanto a la formación online se han realizado 67 cursos y 2 más en desarrollo, pero sólo 2 de matemáticas.

### c) Soporte digital y audiovisual:

La web enlaza directamente tanto con las redes de formación permanente como con el CAFI y los seis CFRs. La información resulta fácil de encontrar. Tiene un buscador de recursos en el apartado "Herramientas", aunque no está organizado por temas.

### d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

Cuenta con la Estrategia digital 2030 que incluye tanto el Plan digital de centro STEM y como la competencia digital docente ofreciendo 5 formaciones distintas en los niveles A2 y B1 a lo largo del curso 2022-23.

e) Redes o comunidades de profesorado: Enlaza a dos redes diferentes, una a nivel nacional (Redined) y otra europea (Common Framework).

## **Madrid**

### a) Información general:

Cuenta con 52.898 maestros de Educación Infantil y Primaria, lo que supone un 14,58% del total, lo que la convierte en la segunda comunidad con más docentes.

### b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

Existen 5 CTIFs, 2 Regionales de Innovación y formación, 2 Centros de formación ambiental y una biblioteca digital. Se obtienen 6 resultados al buscar "matemáticas" y "primaria" entre las actividades: 2 proyectos de innovación educativa de 1 centro, 2 cursos de formación específicos para 2 centros y 2 cursos abiertos a cualquier profesor: "introducción al cálculo abierto basado en números para Educación Infantil y Primaria" y "materiales manipulativos para desarrollar las competencias específicas en medida, geometría y resolución de problemas". Se ofrecen 14 materiales libres de cursos de formación de profesorado, (uno de pensamiento computacional en primaria), pero ninguno de matemáticas. "STEMadrid" potencia el estudio de las competencias STEM

en centros públicos. Organizan la I Competición STEM desde 5º de EP hasta 4º ESO basada en tareas gamificadas STEM. Se tiene una red de Centros “STEMadrid”, 3 proyectos en robótica y 1 de digitalización.

**c) Soporte digital y audiovisual:**

La plataforma “STEMadridPlus” incorpora como novedad para el curso 2022-2023 contenidos relacionados con las áreas STEM, creando experiencias de aprendizaje a través de revistas científicas, libros de ciencia, ingeniería, matemáticas y tecnología con una sección para docentes. Incorpora más de 25.000 recursos en diversos formatos como eBook, audiolibros, videos y revistas.

Docentes y alumnos a través de su usuario de EducaMadrid podrán acceder al ecosistema de recursos para enriquecer las clases y generar dinámicas de aprendizaje científico con medios digitales.

**d) Programas para el desarrollo de competencia digital:**

Mad5e apuesta por integrar contenidos curriculares digitales en las aulas. MADIGITAL es el proyecto de digitalización y desarrollo de las capacidades, habilidades y conocimientos que deben tener todos los profesionales de la enseñanza, impulsado por la Comunidad y vinculado al Marco Europeo de la Competencia Digital Docente.

**e) Redes o comunidades de profesorado:**

EducaMadrid es la plataforma de servicios públicos en línea para la comunidad educativa. Pone a disposición de los centros educativos aulas virtuales, gestión de usuarios, correo y espacios web, cloud... este espacio permite almacenar y compartir entre docentes gran variedad de elementos digitales.

## **Murcia**

**a) Información general:**

Cuenta con 13.835 docentes para Educación Infantil y Primaria que suponen el 3,8 %.

**b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:**

El CPR tiene una única delegación. En el buscador se encuentran 10 acciones formativas para Primaria al buscar matemáticas y 6 más para Infantil. Existe un apartado para conocer información del propio centro y una agenda de actividades que indica aquellas cuyas fechas de inscripción están cercanas a finalizar. Dispone de una Aula de Teleformación para la formación online. El apartado de recursos dispone para matemáticas de Primaria de: 4 enlaces, 9 galerías multimedia y más de 14 softwares, pero la mayoría de ellos no funcionan.

**c) Soporte digital y audiovisual:**

Un buscador permite filtrar por: tema, localidad, profesorado al que se dirige etc., permitiendo la inscripción de manera directa en las actividades de interés.

**d) Programas para el desarrollo de competencia digital:**

Se han realizado 11 formaciones durante el curso 2022-23 destinadas a docentes de Educación Infantil y Primaria en el itinerario formativo de competencia digital y cuenta con el programa #DigitalProf para impulsar la competencia digital en docentes.

**e) Redes o comunidades de profesorado: no se han identificado redes propias.**

## Navarra

### a) Información general:

Cuenta con 6.369 docentes en Educación Infantil y Primaria lo que supone menos del 2 % del total de los docentes de esta etapa en el conjunto del país.

### b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

Hay 5 CAPs encargados de la organización y desarrollo de las actividades en su zona de influencia. El Programa de Nuevas Tecnologías en Educación se responsabiliza de la organización y desarrollo de la formación a distancia. A partir del curso 2020-2021 las actividades de formación del profesorado se gestionan desde la nueva aplicación. En 2022-2023 se obtienen 7 resultados distintos de convocatorias abiertas al incluir “matemáticas” como palabra clave: dos formaciones en GeoGebra, dos para manipulación y juego de 0 a 3 años, una de Scratch, una en “nuevos enfoques de la didáctica de la matemática: medida y geometría” y las VII Jornadas de enseñanza de las matemáticas de Navarra. Algunas se dirigen a centros concretos y otras a docentes.

### c) Soporte digital y audiovisual:

Su buscador de planes de formación para el profesorado permite encontrar el tema deseado y ordenar las búsquedas por fecha de publicación o alfabéticamente.

### d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

A lo largo del presente cursos se han realizado 31 actividades formativas (dirigidas tanto a coordinadores como a docentes) relacionadas con la adquisición de competencias digitales y el desarrollo de actividades pedagógicas en el ámbito digital.

e) Redes o comunidades de profesorado: no cuenta con redes propias, pero remite a Etwinning, (red europea).

## País Vasco

### a) Información general:

El número de docentes en los niveles de Educación Infantil y Primaria tanto en el ámbito público como privado es de 18.633 un 5,14 % del total estatal.

### b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

La formación permanente se realiza a través de 18 Berritzagunes (10 en Bizkaia, 6 en Guipuzkoa y 2 en Álava) además del central. En los buscadores no aparecen resultados incluso sin poner ningún tipo de filtros. Únicamente encontramos un recurso en red de STEAM, que solo se puede visualizar en euskera y dos recursos bibliográficos, ninguno de ellos de matemáticas. La principal apuesta de la comunidad es en el aprendizaje STEAM justificando la necesidad de la incorporación de artes y humanidades a STEM. La I Estrategia de Educación STEAM Euskadi fue presentada en junio de 2018 para impulsar la educación y formación científico-técnica en todas las etapas educativas, implicando para ello a los agentes socioeconómicos; inspirar vocaciones y aspiraciones profesionales en el ámbito STEM, con especial atención a las alumnas; y promocionar divulgación y cultura científico-tecnológica entre la ciudadanía vasca.

### c) Soporte digital y audiovisual:

La página web tiene un diseño tipo blog sin apenas iconos. La información principal, de programa de actividades y recursos aparece en la portada. Dentro del programa de actividades se visualiza un buscador, pero no se obtienen resultados en la búsqueda de

la palabra *matemáticas*. Dentro de los recursos existen distintos apartados, cada uno con su propio buscador, tales como: recursos en la red, documentación, informática, bibliografía, vídeos y películas.

d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

No se han encontrado cursos o formaciones en competencia digital, al menos en lengua castellana.

e) Redes o comunidades de profesorado:

Destaca por apoyo al aprendizaje STEAM especialmente con la creación del programa STEAM Sare, una prometedora red de colaboración entre empresas y colegios. Tiene dos objetivos principales: i) ofrecer a la juventud una imagen realista, positiva y diversa de las materias y profesiones STEM y ii) inspirar vocaciones y aspiraciones profesionales en el ámbito STEM, con especial atención a las alumnas.

## La Rioja

a) Información general:

Cuenta con 2.845 maestros de Educación Infantil y Primaria, lo que supone menos del 1 % del total del país para estos niveles educativos, siendo la comunidad con menor número de docentes junto con las ciudades autónomas de Ceuta y Melilla.

b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

El único curso de formación en matemáticas en proceso es: “Situaciones de aprendizaje matemático utilizando regletas numéricas con Malena Marín”. En cursos finalizados, el único de matemáticas es: “Coordinación del ámbito matemático en el marco de Amara Berri”.

c) Soporte digital y audiovisual:

El listado de los cursos no dispone de filtro o clasificación más allá de: “cursos en proceso”, “en convocatoria” y “finalizados” y por tanto dificulta encontrar la información deseada. Resulta interesante el lanzamiento, por parte de profesorado de la Rioja, de una iniciativa en el canal de YouTube “Archivo de Ciencia” que muestra conversaciones con científicos con valor educativo, científico y divulgativo.

d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

Dentro del plan digital destinado a los centros se han realizado 6 jornadas durante el presente curso 2022-23 en las que se han llevado a cabo presentaciones y talleres relacionados con la realidad aumentada, la elaboración de vídeos educativos o la publicación de podcasts.

e) Redes o comunidades de profesorado:

Uno de los programas del CRIE es el de los grupos de trabajo intercentros dirigidos a docentes en activo de centros públicos para crear materiales, compartir experiencias e iniciarse en un ámbito (ninguno está relacionado con matemáticas). El proyecto “expedición pedagógica” genera un espacio de colaboración e intercambio de experiencias entre centros educativos, a través de la observación de la práctica de clase y la reflexión en torno a ella.

## Ceuta y Melilla

a) Información general:

Ambas ciudades cuentan con 878 y 939 docentes para Educación Infantil y

Primaria, que suponen solo en conjunto el 0,5 % del total de los maestros del país para dichos niveles educativos.

b) Materiales, modelo de formación y programas específicos:

Los programas que se llevan a cabo en Ceuta son: “Pensar sin límites-Matemáticas Método Singapur”: itinerario formativo para los docentes que imparten dicho método, mediante webinars, talleres presenciales y videoconferencias. En Melilla se realizan: “Jornadas ABN: Abenizando cuentos” y “Matemáticas a través de los cuentos”

c) Soporte digital y audiovisual: todos los contenidos, recursos y formación dependen de la web estatal del Ministerio de Educación sin contar con espacios propios para cada ciudad autónoma.

d) Programas para el desarrollo de competencia digital:

Se desarrolla a través de experiencias de aprendizaje abierto en línea como MOOC, NOOC Y SPOOC que presentan un enfoque práctico y un plan de actividades que fomentan la adquisición, la mejora y el desarrollo de la competencia digital docente. Su inscripción es libre para quienes quieran acceder y seguir la propuesta de aprendizaje.

EDU PILLS La aplicación EduPills, app gratuita para iOS y Android de microformación para docentes creada por el INTEF, enfocada a que el profesorado adquiera y/o desarrolle habilidades, destrezas y competencias digitales de una forma sencilla y rápida.

Además, se lleva a cabo el Plan de Mejora de la Competencia Digital Educativa #CompDigEdu para el 2022/23, que se celebrará en la Ciudad Autónoma de Melilla. En dichas jornadas se presentarán las novedades de acreditación, el MRCDD y las actuaciones previstas para el curso escolar. La UPE Ceuta realiza también un curso de 50 horas en el que se tratan indicadores de todas las áreas de la CDD para que el profesorado trabaje aspectos relevantes acerca del uso de las TIC en la labor docente.

e) Redes o comunidades de profesorado: no se han identificado redes propias.

### **3.4 Fortalezas de las webs de formación permanente del profesorado de matemáticas de educación primaria**

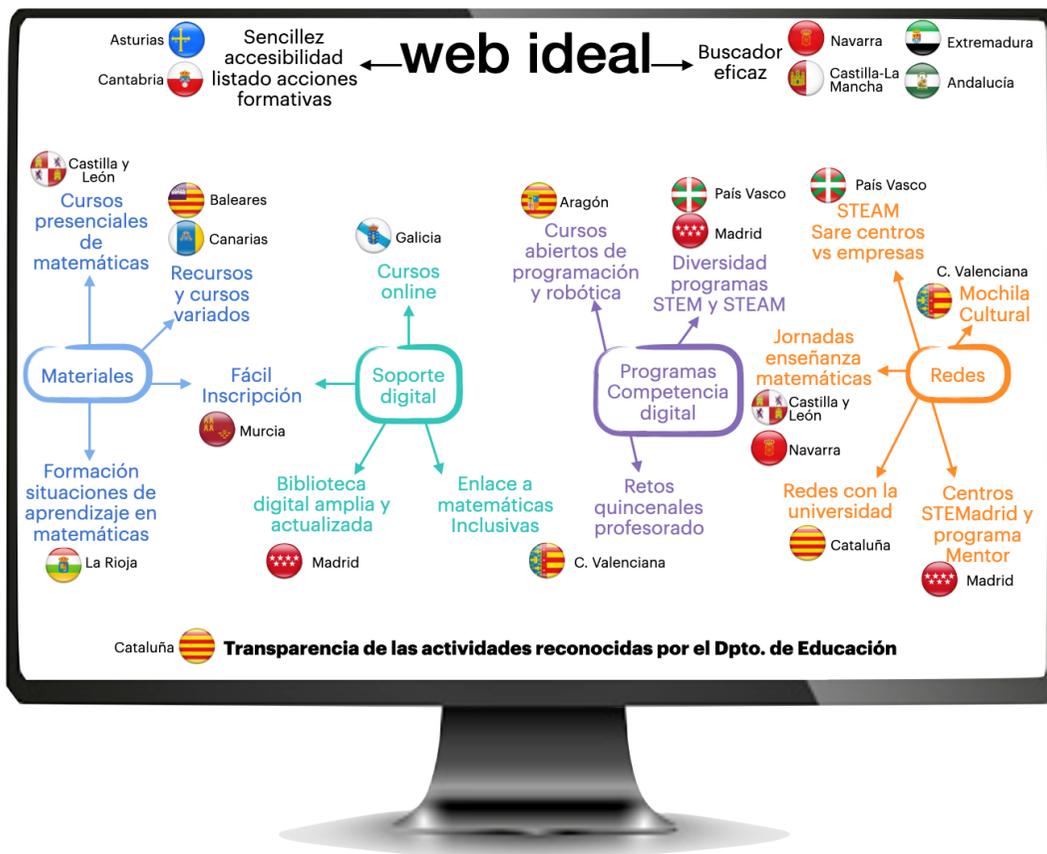
La mayoría de las CCAA tienen programas o propuestas que las hacen únicas y que, en principio, podrían funcionar también en otras CCAA. Con estas fortalezas, se propone la página web ideal para la formación permanente del profesorado que por practicidad no incluye todos los puntos fuertes de todas las CCAA. El resultado es una página web de formación permanente de profesorado en la que todas las CCAA pueden servir de modelo en aspectos concretos. Algunos aspectos tienen dos CCAA como referentes y a su vez algunas CCAA son referentes de varios aspectos, pero no se detecta ninguna CCAA que destaque escandalosamente sobre las demás ni positiva ni negativamente.

La Figura 7 relaciona las propiedades que debería tener la web ideal con aquellas CCAA que pueden ser referentes en cada aspecto evaluado. Se constata la variedad de cursos, proyectos, redes etc propuestos para la formación permanente del profesorado de Educación Primaria. La oferta en matemáticas, en algunas CCAA es escasa o nula, pero suele amplificarse cuando se consideran las competencias STEAM y la robótica o

el pensamiento computacional. Las CCAA muestran webs con variedad de diseño, estructura, contenidos, actualización, transparencia...

**Figura 7**

*Elementos clave que debe tener la web ideal de formación permanente de profesorado según las fortalezas de los portales de las CCAA.*



## 4. Conclusiones

La formación permanente es un derecho y un deber del profesorado de enseñanzas no universitarias. Este trabajo recopila y analiza la información disponible a través de las páginas web nacional y autonómicas relativas a la formación permanente del profesorado de matemáticas de Educación Primaria de España a fecha 25 de marzo de 2023.

Respecto al primer objetivo del estudio, relativo al análisis de la estructura institucional de esta formación, sabemos que el INTEF es la unidad del Ministerio de

Educación y Formación Profesional responsable de la integración de las TIC y la Formación del Profesorado en las etapas educativas no universitarias. La Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE) encomienda a las administraciones educativas la planificación de actividades de formación del profesorado diversa y gratuita y establecer las medidas oportunas para favorecer su participación. Las CCAA han creado sus propios centros de formación de profesorado que pasan a tener más de 20 denominaciones diferentes a lo largo de la geografía española. La biblioteca nacional necesita actualizarse, especialmente en lo referido a matemáticas pues el filtro del catálogo solo devuelve 5 resultados con la palabra “matemáticas”.

El segundo objetivo buscaba caracterizar las principales ofertas nacionales en formación permanente de profesorado de matemáticas de Educación Primaria. En el apartado de formación y colaboración del INTEF se muestran 25 Educharlas pero ninguna de matemáticas, tampoco lo son las Jornadas ni los Congresos. Sin embargo, sí se apuesta fuertemente por la creación de redes de todo tipo (profesorado, alumnado, nacional, internacional...). De los recursos educativos del INTEF, destacan los 183 programas de 5 vídeos cada uno co-producidos por RTVE dentro del proyecto REAL. De los 915 vídeos, 145 tienen relación con matemáticas y están clasificados en dificultades alta (39), media (68) y baja (38). Contiene un apartado en el que se recopilan vídeos de GeoGebra clasificados por etapas educativas. El banco de imágenes contiene recursos de modo desigual dentro de cada colección y, en concreto dentro de matemáticas solo se encuentran 3 recursos de combinatoria, 11 de análisis frente a los 498 de geometría. La creación del aula del futuro o las escuelas de pensamiento computacional propuestas por el INTEF en la sección de tecnología educativa, sin duda repercutirán también en la formación en matemáticas y su didáctica. El INTEF muestra una elevada oferta en competencia digital, aunque con algunas repeticiones. No se encuentra ningún ejemplo propuesto de situación de aprendizaje en matemáticas para primaria.

El tercer objetivo busca analizar las especificaciones ofertadas en cada CCAA relativas a: a) información general relativa al profesorado, b) materiales, modelos y programas, c) soporte digital, d) programas para el desarrollo de competencia digital y e) redes de profesorado.

La CA. con más profesorado es Andalucía seguida de Madrid y Cataluña (la tasa de alumno por profesor en Centros de E. Primaria es 12,9, 14,1 y 12,4 respectivamente). Madrid, a pesar de ser la segunda CA con más profesorado, es la CA con mayor tasa de alumno por profesor en Centros de E. Primaria seguida de Melilla con 13,7. La CA con menor tasa es Cantabria con 9,1 seguida de Castilla y León con 9,5 y Asturias con 9,6. Las CCAA con más profesorado no tienen la menor tasa de alumno/profesor.

El análisis transversal relativo a materiales, modelos y programas en didáctica de las matemáticas y/o STEAM determina una oferta muy desigual y heterogénea en cada CA. Las formaciones al profesorado activo anunciadas desde las CCAA arrojan una gran oferta generalista de cursos, especialmente aquellos relacionados con la competencia digital o con STEAM, pero no tanto con matemáticas. No se vislumbra una tendencia clara a la formación del profesorado en didáctica de las matemáticas hacia ninguna

metodología, recurso o editorial concreta. Algunos ejemplos de formación específicos en didáctica de las matemáticas pueden ser: metodología activa, aprendizaje basado en problemas, método Singapur, aprendizaje basado en números, Método Montessori, método eMat, clase invertida, aprendizaje cooperativo, matemáticas y juegos, matemáticas manipulativas, matemáticas a través de los sentidos o el uso de software como GeoGebra. La gran mayoría de las CCAA no publicita ningún curso específico relacionado con ninguno de los ejemplos anteriores. El sentido socioafectivo, incluido por primera vez en el currículo de matemáticas en la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE) no se ha identificado en la formación permanente del profesorado. Solamente La Rioja ofrece formación en situaciones de aprendizaje en matemáticas pese a ser también un elemento nuevo que incluye esta misma ley. Así mismo, se ha detectado una falta de formación para el diseño e implementación de situaciones de aprendizaje con foco en las matemáticas. Es posible que desde algunas Administraciones Públicas se estén realizando otras actuaciones que desconocemos, posiblemente, por falta de actualización, de transparencia o porque se necesitan permisos especiales para acceder a la intranet.

La mayoría de las CCAA disponen de buscadores que facilitan el filtrado de la información por fecha, tipo, temática etc. Sin embargo, en varias CCAA cuando se buscan recursos, cursos, programas o proyectos de matemáticas, el buscador devuelve 0 búsquedas. Algunos ejemplos con buscadores potentes son Extremadura, Castilla -La Mancha, Andalucía o Navarra. En lo que sí coinciden positivamente las webs de las CCAA es en la difusión de programas para el desarrollo de competencia digital. En este aspecto se encuentra la mayor oferta y variedad mostrando mucho interés en el tema cada web analizada. Finalmente, las redes o comunicaciones de profesorado, que podrían ser tan útiles en la formación continua y permanente, no se identifican en 8 de las 19 webs analizadas.

El último objetivo del estudio buscaba las fortalezas de las webs de formación permanente del profesorado de matemáticas de primaria. Los resultados determinan que la comparación entre la oferta en formación permanente de cada CA es compleja y heterogénea. No existe una web autonómica que destaque sobre todas las demás, pero para cada uno de los cuatro aspectos analizados, se proponen algunas páginas referentes. Se puede imaginar la web ideal de formación permanente del profesorado de matemáticas de Educación Primaria considerando las fortalezas de cada CCAA. En materiales y cursos matemáticos destacan Canarias, Baleares, Castilla y León y en formación en situaciones de aprendizaje La Rioja es el referente. En cursos online, biblioteca y enlaces a matemáticas inclusivas destacan Galicia, Madrid y la C. Valenciana respectivamente. En cursos abiertos de programación y robótica resalta el trabajo de Aragón y en diversidad de programas STEM y STEAM despuntan País Vasco y Madrid. Un buen ejemplo de redes mantenidas con la universidad lo ofrece Cataluña, pero el modelo para redes con empresas es el del País Vasco. Dignas de mención son las Jornadas de enseñanza en matemáticas llevadas a cabo en Castilla y León y en Navarra.

Los portales web de formación permanente de las CCAA tienen margen de mejora en lo referido al profesorado de matemáticas de Educación Primaria. Este estudio puede servir para que las respectivas CCAA encuentren modelos en los que inspirarse para solventar sus puntos débiles. La formación permanente de matemáticas no ocupa un espacio principal en la mayoría de CCAA, esto unido a la falta de menciones de matemáticas en el Grado de Maestro de Educación Primaria (solamente la oferta la Universidad Autónoma de Barcelona), conlleva que el profesorado puede estar infraformado en la didáctica de las matemáticas.

En la actualidad son muchas las propuestas concretas realizadas a través de diferentes canales, este trabajo se centra en la acción a realizar en las páginas web por las que se transmite y difunde la información referente a la formación permanente de profesorado y, especialmente, al profesorado de matemáticas de Educación Primaria.

Además, esta investigación abre la puerta a que se analicen éste u otros aspectos más profundamente en el futuro o bien considerando otras variables como el gasto en formación por cada CCAA, el acceso a 5G y nivel de digitalización de la CA, el PIB de la CCAA y otras cuestiones que podrían influir. Otra línea de investigación futura de este trabajo puede ser el estudio de las propuestas en materias de formación permanente del profesorado de las diferentes asociaciones o federaciones autonómicas y más concretamente de la Federación de Sociedades de Profesores de Matemáticas de la que dependen. Organizan las jornadas para el aprendizaje y enseñanza de las matemáticas cada dos años y cada sociedad cuenta con formaciones propias y jornadas anuales.

La formación permanente ofertada al profesorado de educación primaria a través de los portales web de las CCAA es heterogénea pero generalmente escasa en didáctica de las matemáticas. Faltan redes de profesorado, ejemplos de situaciones de aprendizaje en matemáticas y formación en sentido socioafectivo en matemáticas.

### ***Conflicto de intereses***

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### ***Contribuciones de los autores***

Conceptualización, A.M.G.; metodología, A.M.G.; validación, A.M.G. y A.S.H.; análisis formal, A.M.G. y A.S.H.; investigación, A.M.G. y A.S.H.; análisis de datos, A.M.G. y A.S.H.; redacción del borrador original, A.M.G. y A.S.H.; creación de figuras, A.M.G.; supervisión, A.M.G.;

## ***Referencias***

Alsina, Á. y López, P. (2019) *¿Qué piensan los futuros maestros sobre la disposición y la seguridad para enseñar Matemáticas? Algunas propuestas para la formación inicial. Revista Electrónica de Investigación Educativa 21, 1-11.*  
<https://doi.org/10.24320/redie.2019.21.e21.1867>

- Alsina, Á. (2020). *La Matemática y su didáctica en la formación de maestros de Educación Infantil en España: crónica de una ausencia anunciada*. La Gaceta de la Real Sociedad Matemática Española, 23(2), 373-387.
- Badillo Jiménez, E., Climent Rodríguez, N., Fernández Verdú, C. y González Astudillo, M.T. (2019) *Investigación sobre el profesor de matemáticas: práctica del aula, conocimiento, competencia y desarrollo profesional*. Ediciones Universidad de Salamanca.
- Barquero, B. (2023) *Nuevos retos para la formación permanente del profesorado de matemáticas para la interdisciplinariedad*. Uno: revista de didáctica de las matemáticas n. 99 4-7.
- DOUE/04/06/2018 Recomendación del Consejo de 22 de mayo de 2018 relativa a las competencias clave para el aprendizaje permanente de la Unión Europea (DOUE núm. 189, de 22 de mayo de 2018). [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604\(01\)&from=ES](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/PDF/?uri=CELEX:32018H0604(01)&from=ES)
- Educabase (2023). Enseñanzas no universitarias/ estadística del profesorado y otro personal / Curso 2021-2022. Profesorado por titularidad del centro, comunidad autónoma/provincia, enseñanza que imparte y sexo. Recuperado de Educabase. [http://estadisticas.mecd.gob.es/EducaJaxiPx/Datos.htm?path=/no-universitaria/profesorado/estadistica/2021-2022-rd/reggen//l0/&file=reggen\\_1\\_03.px&type=pcaxis](http://estadisticas.mecd.gob.es/EducaJaxiPx/Datos.htm?path=/no-universitaria/profesorado/estadistica/2021-2022-rd/reggen//l0/&file=reggen_1_03.px&type=pcaxis)
- García, J.E. (2019) *La formación permanente del profesorado de matemáticas en primaria: una necesidad ignorada*. Uno: revista de didáctica de las matemáticas n. 83 42-46.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE núm 106, de 4 de mayo de 2006). <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2>
- Ley Orgánica 3/2020 de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (BOE núm 340, de 30 de diciembre de 2020). <https://www.boe.es/eli/es/lo/2020/12/29/3>
- Martín de Diego, D., Chacón Rebollo, T., Curbera Costello, G., Marcellán Español, F. y Siles Molina, M. (2020) *Propuestas de acción*. En el *Libro Blanco de las Matemáticas* (pp. 552-567). Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.
- McMillan, J.H. y Schumacher, S. (2005) *Investigación educativa*. Pearson Educación. Madrid.
- Martínez-González, A (2017) *Análisis de los portales web de Educación de las Comunidades Autónomas Españolas: ¿Son apropiados los contenidos matemáticos que proporcionan?* VIII Congreso Iberoamericano de Educación Matemática. Editado por Federación Española de Sociedades de Profesores de Matemáticas aén, 27-37. <http://funes.uniandes.edu.co/20748/1/Martinez2017An%C3%A1lisis.pdf>
- Martínez-González, A (2020) *Los portales Web de Educación de las Comunidades Autónomas no estaban preparados para la pandemia Educación*. Innovación y TIC, EDUNOVATIC 2020, pág 1459-1460. [www.edunovatic.org/wpcontent/uploads/2021/02/EDUNOVATIC20.pdf](http://www.edunovatic.org/wpcontent/uploads/2021/02/EDUNOVATIC20.pdf)
- MEFP (Ministerio de Educación y Formación Profesional) (2022). Documento para debate: 24 propuestas de reforma para la mejora de la profesión docente.

- Gobierno de España. <https://educagob.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:adf4f050-9832-4a88-9cd2-96cd3519c664/documento-de-debate-24-propuestas-de-reforma-profesi-n-docente.pdf>
- Nolla, A., Muñoz, R., Cerisola, A. y Fernández, B. (2021) *La formación inicial de los maestros en matemáticas y su didáctica*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 96, (35.1)185-208. <https://doi.org/10.47553/rifop.v96i35.1.85882>
- Orden EDU/2886/2011, de 20 de octubre por la que se regula la convocatoria, reconocimiento, certificación y registro de las actividades de formación permanente del profesorado (BOE núm. 260, de 28 de octubre de 2011). [BOE-A-2011-16923](https://www.boe.es/boe/BOE-A-2011-16923)
- Real Decreto 498/2020, de 28 de abril, por el que se desarrolla la estructura orgánica básica del Ministerio de Educación y Formación Profesional (BOE núm. 121, de 1 de mayo de 2020). <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/04/28/498/con>
- Real Sociedad Matemática Española. (2023, febrero). *La RSME advierte de los riesgos de reducir los créditos de matemáticas en los estudios de Magisterio de Primaria*. <https://www.rsme.es/2023/02/la-rsme-advierte-de-los-riesgos-de-reducir-los-creditos-de-matematicas-en-los-estudios-de-magisterio-de-primaria/>
- Sánchez Mendías, J., Segovia Alex, I. y Miñán Espigares, A. (2011). *Exploración de la ansiedad hacia las matemáticas en los futuros maestros de Educación Primaria*. Profesorado, 15(3), 297-312. <http://hdl.handle.net/10481/23160>

## El desarrollo de la competencia mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes durante los períodos de práctica

Ceneida FERNÁNDEZ  
Pedro IVARS  
Salvador LLINARES

### Datos de contacto:

Ceneida Fernández  
Universidad de Alicante  
[ceneida.fernandez@ua.es](mailto:ceneida.fernandez@ua.es)

Pedro Ivars  
Universidad de Alicante  
[pere.ivars@ua.es](mailto:pere.ivars@ua.es)

Salvador Llinares  
Universidad de Alicante  
[sllinares@ua.es](mailto:sllinares@ua.es)

Recibido: 05/04/2023  
Aceptado: 03/07/2023

### **RESUMEN**

Investigaciones previas han mostrado que la competencia docente mirar profesionalmente la enseñanza de las matemáticas se puede desarrollar en los programas de formación inicial a través de entornos de aprendizaje que permitan desarrollar las destrezas de reconocer e interpretar aspectos relevantes de la enseñanza de las matemáticas y decidir cómo continuar la enseñanza. Con el objetivo de identificar herramientas que ayuden a desarrollar esta competencia durante el período de prácticas, se solicitó a 19 estudiantes para maestro que escribieran narrativas sobre las situaciones de enseñanza de las matemáticas observadas durante este período. En estas narrativas tenían que describir una situación de enseñanza-aprendizaje donde se identificara que los estudiantes de primaria estaban desarrollando su competencia en Matemáticas, interpretarla (usando la teoría aprendida en las asignaturas de Didáctica de las Matemáticas), y proponer decisiones de enseñanza para favorecer el aprendizaje de los estudiantes. Tras la escritura de una primera narrativa los estudiantes para maestro la compartieron en un foro virtual donde podían recibir retroalimentación de sus compañeros y del tutor/a para, posteriormente, escribir una segunda narrativa. Los resultados de este estudio muestran que la escritura de narrativas y la retroalimentación en los foros virtuales favorecieron el desarrollo de esta competencia durante su período de prácticas, ya que los estudiantes para maestro lograron desarrollar narrativas progresivamente más completas mostrando evidencias de una mejora en su capacidad para mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes.

**PALABRAS CLAVE:** Mirada profesional; período de prácticas; narrativas; foros virtuales; aprendizaje profesional basado en la práctica.

## ***The development of noticing students mathematical thinking competence during the traineeship period***

### **ABSTRACT**

Previous research has shown that the competence of noticing mathematics teaching situations can be developed in initial teacher education programmes through learning environments that develop the skills of attending and interpreting relevant aspects of mathematics teaching situations and deciding how to continue with the instruction. With the objective of identifying tools that support the development of this competence during the traineeship period, 19 pre-service teachers were asked to write narratives about mathematics teaching situations observed during this period. In these narratives they had to describe a teaching-learning situation in which they identified that primary school students were developing their mathematics competence, interpret it (using the theory learned in the subjects of Didactics of Mathematics), and propose teaching decisions to favour student learning. After writing a first narrative, the pre-service teachers shared it in a virtual forum where they could receive feedback from their peers and the tutor, and then wrote a second narrative. The results of this study show that the writing of narratives and the feedback in the virtual forums favoured the development of this competence during their traineeship period since pre-service teachers were able to develop progressively more complete narratives showing evidence of an improvement in their ability to notice students' mathematical thinking.

**KEYWORDS:** Teacher noticing; pre-service teachers; internships; narratives; online forum; practice-based professional learning.

### ***Introducción y antecedentes teóricos***

Mirar profesionalmente las situaciones de enseñanza-aprendizaje de las matemáticas ha sido identificada como una competencia docente relevante para la práctica de los docentes que ha generado, en las últimas décadas, una importante agenda de investigación (revisiones en Amador et al., 2021; Dindyal et al., 2021; König et al., 2022).

Esta competencia se ha conceptualizado desde diferentes perspectivas (Dindyal et al., 2021), pero todas ellas destacan la importancia de identificar los aspectos relevantes en las situaciones de enseñanza y aprendizaje e interpretarlos para tomar decisiones sobre la instrucción (Fernández & Choy, 2020). Mason (2002) separó los dos procesos de describir e interpretar denominándolos “accounting of” y “accounting-for”. La interpretación se apoya en la capacidad de vincular las evidencias de la práctica con ideas y principios teóricos más generales (van Es & Sherin, 2002), y por tanto, permite considerar a las evidencias de la práctica como ejemplos particulares de ideas generales que median las disposiciones para actuar (Schoenfeld, 2016).

van Es y Sherin identificaron que el profesorado puede mejorar su competencia

para mirar profesionalmente si se les ayuda a superar la tendencia a centrarse en las acciones de los profesores para pasar a centrarse en la comprensión del alumnado y, del mismo modo, se les ayuda a pasar de comentarios evaluativos a comentarios interpretativos basados en evidencias observables en la situación. Desde esta perspectiva, se subraya que es necesario, para la adquisición y desarrollo de esta competencia, que el profesorado sea capaz de progresar desde aportar descripciones generales de las situaciones de aula a proporcionar interpretaciones basadas en evidencias.

Durante las últimas décadas, la identificación de herramientas y contextos que puedan favorecer el desarrollo de esta competencia en los programas de formación inicial del profesorado se ha convertido en una cuestión relevante (Dindyal et al., 2021; Fernández & Choy, 2020). Estas investigaciones han mostrado que, aunque no es una tarea fácil, el desarrollo de esta competencia puede promoverse desde los programas de formación inicial del profesorado y también desde los programas de formación continua (Fernández et al., 2018; Jacobs et al., 2010). Por ejemplo, el uso de las representaciones de la práctica (e.g. interacciones de aula entre el maestro y alumnos resolviendo una actividad o problema, respuestas de estudiantes en una actividad o problema) que pueden tener diferentes formatos como vídeo, escritas o cómic (Friesen & Kutze, 2018; Ivars et al., 2020; van Es y Sherin, 2008). Otros contextos son la interacción entre docentes/futuros docentes en foros virtuales (Fernández et al., 2012; Llinares & Valls, 2010), la retroalimentación proporcionada por el formador en los programas de formación de profesores en contextos online (Fernández et al., 2020) o discusiones en sesiones de Estudio de Clase (*Lesson Study*, Lee & Choy, 2017).

### **Mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes**

Un enfoque particular de esta competencia es mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes. Jacobs et al. (2010) conceptualizan esta competencia como tres destrezas interrelacionadas: (i) identificar detalles matemáticos relevantes en las estrategias de los estudiantes; (ii) interpretar la comprensión matemática de los estudiantes aportando evidencias desde los detalles matemáticos relevantes identificados y usando el conocimiento sobre la enseñanza y aprendizaje del concepto matemático; y (iii) decidir cómo continuar con la instrucción basándose en la comprensión de los estudiantes.

Durante las últimas décadas, ha surgido una importante línea de investigación en torno a esta competencia, aportando evidencias de cómo los estudiantes para maestro o los maestros en ejercicio identifican, interpretan y deciden en diferentes dominios matemáticos y cómo estas destrezas están relacionadas (Fernández et al., 2018; Rotem & Ayalon, 2023).

Los resultados de estas investigaciones señalan además elementos que favorecen el desarrollo de la competencia mirar profesionalmente tales como el uso de preguntas guía para el análisis de la representación de la práctica (Ivars et al., 2020) y el uso de documentos teóricos con información procedente de investigaciones sobre la enseñanza y aprendizaje de los conceptos matemáticos para guiar qué y cómo mirar

(Fernández & Choy, 2020).

Nuestro estudio se inscribe en esta línea de investigación en el contexto de la formación inicial de maestros/as y la extiende explorando como favorecer el desarrollo de esta competencia durante los períodos de prácticas en los centros de educación primaria. Entendemos que los períodos de prácticas en los centros son contextos favorables para su desarrollo ya que los estudiantes para maestro están en contacto con situaciones reales del aula y además disponen del conocimiento profesional adquirido durante las asignaturas de didáctica de las matemáticas en el programa de formación (Ensor, 2001). Además, los foros virtuales son una buena herramienta que permiten compartir situaciones relevantes identificadas por los estudiantes para maestro, sus interpretaciones y sus decisiones sobre la instrucción, y discutir las con sus compañeros y con el propio formador-tutor de la universidad (Fernández et al., 2020; 2021). En la siguiente sección, extendemos la revisión realizada sobre el uso de foros virtuales y la retroalimentación.

### **Foros virtuales y retroalimentación**

La relevancia de los foros en la construcción del conocimiento está bien documentada tanto desde la teoría sociocultural como desde el paradigma constructivista. Según Vigotsky (1967), el desarrollo social y cognitivo progresa a través de la interacción social con compañeros y expertos para, posteriormente, ser interiorizado. Desde este punto de vista, las interacciones sociales actúan como andamiaje en la construcción del conocimiento del alumno individual sugiriendo que la eficacia del aprendizaje de los estudiantes se basa en la posibilidad de discutir sus ideas, experiencias o percepciones con sus compañeros (Pena-Shaff & Nicholls, 2004).

La irrupción en la sociedad de las tecnologías de la información y la comunicación cambió la forma en que las personas podían comunicarse entre sí surgiendo nuevas posibilidades de adquisición de conocimiento utilizando esta tecnología (Borba et al., 2016). En este sentido, la comunicación mediada por ordenador se ha utilizado para apoyar las interacciones de los estudiantes en educación. Por ejemplo, la investigación ha demostrado que la discusión en línea asíncrona en foros virtuales mejora el aprendizaje de los estudiantes porque esta forma de interactuar evita obstáculos que presenta la discusión cara a cara (Javadi et al., 2016).

Las discusiones en línea permiten ampliar los límites de la clase proporcionando oportunidades para interacciones escritas con los compañeros. Además, permiten al profesorado en formación superar las limitaciones de tiempo/espacio dándoles la oportunidad de escribir sobre lo que consideran relevante en situaciones de enseñanza-aprendizaje vinculando estas situaciones con principios teóricos. Las discusiones en línea, en las que los estudiantes discuten sus propias experiencias de aula y han de interpretar las aportaciones precedentes y formular nuevas aportaciones, ampliando, cuestionando o matizando lo ya dicho (Llinares & Valls, 2010), permiten, a diferencia de las discusiones presenciales, la posibilidad de revisar y analizar en profundidad sus propias ideas antes de responder (Pena-Shaff & Nicholls, 2004) y "reflexionar sobre comentarios publicados antes de publicar los propios" (Erixon,

2016, p. 280). Así, a través de los procesos de articulación, reflexión y negociación, las discusiones en línea fomentan un proceso colectivo de construcción de conocimiento a través de la red de interacciones entre los elementos de contenido y los participantes, que apoya el aprendizaje individual debido a la transferencia interactiva y el intercambio de información (Kent et al., 2016). Este intercambio de ideas y negociación de significados afecta no sólo a la cognición individual, sino también a las cogniciones del grupo, ya que los participantes transmiten, negocian y transforman sus ideas y crean nuevos conocimientos (Solomon, 1993; en Pena-Shaff & Nicholls, 2004).

En este sentido, es de especial relevancia la influencia de la retroalimentación que puede ayudar a los estudiantes a comprender, comprometerse o desarrollar estrategias eficaces para procesar la información que se pretende aprender (Hattie & Timperley, 2007). Esta retroalimentación tiene una función directiva y otra facilitadora (Van der Pol et al., 2008): la función directiva que se produce cuando el tutor proporciona información específica sobre qué aspectos deben revisar los estudiantes, y la función facilitadora tiene lugar cuando la retroalimentación se utiliza para dar indicaciones, plantear preguntas, hacer sugerencias y ofrecer orientación indirecta. En este sentido, la retroalimentación proporcionada en entornos de aprendizaje en línea incluye indicaciones del tutor para promover el aprendizaje de los futuros docentes, proporcionando información que los puede guiar hacia los objetivos de aprendizaje (Wang et al., 2019). Es decir, la retroalimentación ofrecida en estos contextos de aprendizaje puede ayudar a los futuros profesores a cambiar su forma de pensar (Fernández et al., 2020).

Además, como las discusiones en línea generalmente se desarrollan en un contexto escrito, son un contexto excepcional para que los estudiantes observen modelos de escritura, convirtiéndose en mejores escritores, a través de la observación y la reflexión de estos modelos (Boiling & Beatty, 2010). En este sentido, el texto de una discusión en línea podría proporcionar el foco para el discurso progresivo y, al mismo tiempo, podría encarnar el progreso realizado.

Por otra parte, investigaciones previas han utilizado las narrativas como medio para capturar y estudiar la práctica (Clandinin & Connelly, 2004). En particular, la conexión entre las narrativas y el aprendizaje del profesorado de matemáticas se apoya en el hecho de que las narrativas son una forma de expresar la comprensión práctica del profesorado sobre la enseñanza de las matemáticas (Chapman, 2008; Ponte et al., 2003). Como consecuencia, los foros virtuales asíncronos en los que los estudiantes para maestro comparten narrativas sobre situaciones de aula relevantes para el aprendizaje de las matemáticas podrían favorecer el desarrollo de la competencia mirar profesionalmente.

### **Escribir narrativas**

La escritura es vista como un mediador del aprendizaje ya que "la escritura como proceso y producto posee un conjunto de atributos que corresponden de manera única a ciertas poderosas estrategias de aprendizaje" (Emig 1977, p. 122). Desde esta perspectiva, la escritura es vista como una herramienta poderosa para la construcción

del conocimiento cuya función principal es mediar entre el recuerdo y la reflexión (Wells, 1999). Para Wells, esta característica implica que la escritura desarrolla "el modo de pensamiento abstracto y racional que se considera el punto final del desarrollo mental" (p. 278). Además, asumiendo que "cada texto que se crea es una declaración de sí mismo, un poco de autobiografía, una declaración que lleva una firma individual" (Smith, 2012, p. 1), cuando alguien tiene que escribir para otros, necesita conocer y comprender mejor un tema (para poder comunicarse con precisión), y tiene que ser capaz de dar una descripción de "los fenómenos relevantes, la acción emprendida y el resultado esperado de forma que la otra persona reconozca y se inspire en ellos" (Mason, 2002, p. 158). Por tanto, la escritura se considera como una herramienta para la reflexión colaborativa y para la resolución de problemas (Clandinin & Connelly, 2004; Schrire, 2006).

Las narrativas son "la forma primaria mediante la cual se da sentido a la experiencia humana" (Polkinghorne, 1988, p. 1). La conexión entre las narrativas y el aprendizaje del profesorado de matemáticas se apoya en el hecho de que las narrativas son una forma de expresar la comprensión práctica de los profesores sobre la enseñanza de las matemáticas (Chapman, 2008; Ponte et al., 2003). Una narrativa es una historia que cuenta una serie de acontecimientos significativos y con una lógica interna para el autor.

En consecuencia, las narrativas de los estudiantes para maestro que describen lo que perciben sobre el pensamiento matemático de los estudiantes en situaciones de aula podrían ser una herramienta relevante en su aprendizaje. Desde esta perspectiva, podemos considerar a los estudiantes para maestro como narradores de sus propias historias en el contexto de los programas de formación (Chapman, 2008). Así, las narrativas de los docentes en formación son una herramienta que puede ayudarles a dar sentido a su experiencia durante su práctica docente (Ivars & Fernández, 2015).

## **Objetivo**

El objetivo de esta investigación es analizar si escribir y compartir narrativas en un foro virtual puede favorecer a los estudiantes para maestro a mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes durante sus períodos de prácticas en los centros de Educación Primaria.

## **Método**

### **Participantes y contexto**

En este estudio participaron 19 estudiantes para maestro de educación primaria (EPM) que estaban matriculados en un mismo grupo de la asignatura *Practicum II* del último curso del Grado en Maestro en Educación Primaria de la Universidad de Alicante (España). Este grupo era tutorizado por un mismo tutor-formador de la Universidad (autor de esta investigación).

En el prácticum, que consta de ocho semanas, los EPM realizan las prácticas en centros de educación primaria. La primera parte (dos semanas) es un periodo de observación de la práctica de otros maestros en activo. La segunda parte (seis semanas) es un período en el que los EPM diseñan e implementan varias clases. Durante el período de observación, se solicitó a los participantes que escribieran dos narrativas en la que describieran una situación relevante de aula para el desarrollo de la competencia matemática de los estudiantes, la interpretaran y decidieran cómo continuar la enseñanza (datos de este estudio).

Antes del periodo de prácticas, los EPM han cursado dos asignaturas relacionadas con el contenido matemático, una sobre el sentido numérico y estocástico y otra sobre el sentido geométrico y de medida; y una asignatura sobre el aprendizaje y la enseñanza de contenidos matemáticos en la educación primaria con el objetivo de desarrollar la competencia mirar profesionalmente las situaciones de enseñanza de las matemáticas. En esta última asignatura, para desarrollar la competencia mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes, los EPM tienen que analizar representaciones de la práctica (por ejemplo, vídeos de aula en el que se muestra estudiantes resolviendo actividades matemáticas, o resoluciones de estudiantes a actividades matemáticas escritas). El análisis consta en la identificación de detalles matemáticos importantes en las respuestas de los estudiantes, en interpretar la comprensión de los estudiantes con relación al contenido matemático y en decidir cómo ayudar a los estudiantes a progresar en su comprensión. Para analizar las representaciones de la práctica, se les proporciona a los EPM documentos teóricos con información procedente de las investigaciones en educación matemática sobre la enseñanza y aprendizaje del contenido matemático que se esté tratando en la representación de la práctica (por ejemplo, información sobre los elementos matemáticos que favorecen la comprensión del contenido matemático, niveles de comprensión, dificultades o errores más comunes, diferentes tipos de actividades, variables para clasificar las actividades, etc.).

### **Instrumentos: Preguntas guía y foro virtual**

Con el objetivo de dirigir la atención de los EPM se les facilitaron unas preguntas guía para escribir las narrativas, fundamentadas en las tres destrezas de la competencia docente mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes (Jacobs et al., 2010):

- Describe la situación: *(i) La tarea/actividad. Por ejemplo, puedes indicar los contenidos matemáticos, los materiales, los recursos... (ii) Que hacen los alumnos de primaria. Por ejemplo, puedes indicar algunas respuestas de los alumnos a la tarea propuesta, dificultades... (iii) Que hace el maestro. Por ejemplo, puedes describir cómo trabaja la actividad en el aula (agrupación de los alumnos, interacciones...)*
- Interpreta la situación: *Indica los objetivos matemáticos de la tarea especificando cómo se están desarrollando durante la resolución de la tarea. Indica, a través de las respuestas de los estudiantes, evidencias que muestren la manera en la que se*

*están consiguiendo los objetivos propuestos, es decir, evidencias que muestren cómo los estudiantes están logrando la comprensión de los conceptos matemáticos y las dificultades que han tenido.*

- Completa la situación: *Completa o modifica la situación descrita para potenciar el desarrollo de la competencia matemática identificada o algún otro aspecto de la competencia que no se haya contemplado inicialmente.*

Se esperaba que los EPM utilizaran los conocimientos teóricos de didáctica de las matemáticas aprendidos en las asignaturas previas para identificar e interpretar el pensamiento matemático de los estudiantes y justificar sus decisiones sobre cómo completar la situación.

Una vez que los profesores en formación escribían la primera narrativa, tenían que compartirla en un foro virtual generado en una plataforma virtual universitaria. En este foro virtual el tutor animó a todos los participantes a hacer comentarios para mejorar la forma en que se describía, interpretaba y completaba la situación siguiendo las preguntas guía proporcionadas. Por tanto, la retroalimentación recibida podía centrar la atención en los detalles matemáticos importantes del pensamiento matemático de los estudiantes, a proporcionar evidencias de su comprensión y a justificar sus decisiones de enseñanza en base a la interpretación realizada. Posteriormente, cada EPM escribió una segunda narrativa.

## **Análisis**

Se analizaron las dos narrativas escritas por los EPM. Tres investigadores analizaron individualmente una muestra no intencionada de las narrativas identificando evidencias de si los estudiantes para maestro miraban profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes: (i) si en sus descripciones incluían detalles matemáticos importantes, (ii) si identificaban la comprensión del estudiante y (iii) si justifican cómo continuar con la instrucción y proporcionaban actividades específicas. A continuación, se compartieron las evidencias identificadas, y se discutieron los acuerdos y desacuerdos hasta llegar a un consenso. Una vez alcanzado un acuerdo, se analizaron el resto de las narrativas para revisar las evidencias generadas inicialmente.

A continuación, explicamos brevemente lo que consideramos evidencias de si los EPM miraban profesionalmente el pensamiento matemático de sus alumnos:

- Si en las descripciones de las respuestas de los estudiantes los EPM incluyen detalles matemáticamente importantes. Por ejemplo, el EPM10 identifica que el estudiante de primaria transforma 1 decena en 10 unidades para poder restar las unidades en la substracción  $62 - 37$ :  
“Al segundo alumno le realiza la misma pregunta la maestra. ¿De dónde sale el número 1 que le colocas al 2 para conseguir el 12? Este responde de la siguiente manera: como a 2 no le puedo quitar 7, cojo una decena del 6 (10 unidades) y se las añado al 2, de manera que tengo 12. Ahora sí que puedo realizar la resta de las unidades. Como antes le he quitado una decena al 6, lo tacho y pongo un 5. De forma que 5 menos 3 es igual a 2.”

- Si en las interpretaciones los EPM identifican la comprensión de los estudiantes con relación a los detalles matemáticos identificados. Por ejemplo, el EPM10 (continuación del ejemplo anterior), interpreta que el estudiante de primaria conoce cómo justificar el algoritmo de pedir prestado de la resta, ya que comprende la descomposición de los números (cómo transformar decenas en unidades) y la idea de valor de posición ya que resta unidades con unidades y decenas con decenas.

“Sabe justificar correctamente el porqué. Conoce por qué tiene que sumarle 10 unidades, y por lo tanto restarle una decena, sabe convertir las decenas en unidades y conoce la relación entre ambas [...] El alumno conoce el algoritmo de las restas con llevadas, y la justificación de dicho procedimiento, por lo que está comprendiendo verdaderamente como se realiza una resta con llevadas”.

- Si en las decisiones los EPM justifican cómo continuar con la instrucción y proporcionan actividades específicas. Por ejemplo, el EPM6, tras identificar y describir las dificultades de los estudiantes de primaria con la idea de valor de posición en la multiplicación de dos números, propone una actividad centrada en resolver la multiplicación de dos números de varias cifras usando diferentes estrategias centradas en descomposiciones de los números.

“Trabajaría el algoritmo de la multiplicación a partir de situaciones cotidianas que requieran el uso de éste y en las que puedan expresar los alumnos/as diversas formas de resolverlas. De esta manera, no verán el cálculo de éste como algo aislado y poco significativo para ellos. Una de las estrategias para la resolución del algoritmo es:  $187 \times 357$  haciendo  $60 \times 357$  tres veces porque 180 es  $3 \times 60$ , sumando los resultados, sumando a continuación 357 y volviendo a sumar.”

Posteriormente, se identificaron cambios entre ambas narrativas con relación a: (i) si en las descripciones de las respuestas de los estudiantes los EPM incluyen detalles matemáticamente importantes, (ii) si en las interpretaciones identifican la comprensión de los estudiantes con relación a los detalles matemáticos identificados y (iii) si en las decisiones los estudiantes para maestro justifican cómo continuar con la instrucción y proporcionan actividades específicas.

## **Resultados**

El análisis realizado nos permitió identificar cambios entre las narrativas escritas antes de la participación en el foro virtual y después de recibir retroalimentación por parte de los compañeros/as (Tabla 1). Dos de los 19 participantes en esta investigación, solo presentaron una primera narrativa por lo que fueron descartados en la elaboración de los resultados. De los 17 participantes restantes, en la elaboración de su primera narrativa nueve mostraron evidencias de haber identificado detalles matemáticos relevantes en las respuestas de los estudiantes, aunque no usaron estos detalles para interpretar la comprensión de los estudiantes. Usar los detalles matemáticos identificados para interpretar la comprensión de los estudiantes ocurrió en 8 de las 17 narrativas. Además, tres de estas narrativas que infirieron la

comprensión de los estudiantes aportaron también decisiones sobre la instrucción centradas en dicha comprensión.

Tal y como se observa en la Tabla 1, tras participar en el foro virtual y recibir retroalimentación de los compañeros y del tutor universitario, en su segunda narrativa 15 de los 17 EPM identificaron detalles matemáticamente relevantes en las respuestas de los estudiantes e interpretaron su comprensión. Además, 9 de estos 15 EPM indicaron cómo continuar con la instrucción considerando la comprensión de los estudiantes.

La progresión en la competencia fue diferente para los EPM ya que, en algunos casos los EPM pasaron de solo identificar en la primera narrativa a identificar e interpretar en la segunda (n=5), otros EPM pasaron de identificar e interpretar en la primera narrativa a identificar, interpretar y decidir en la segunda narrativa (n=4), otros EPM pasaron de identificar en la primera narrativa a identificar, interpretar y decidir en la segunda (n=3) y dos EPM fueron capaces de identificar, interpretar y decidir en ambas narrativas (EPM1 y EPM6). Sin embargo, hubo un EPM que mostró regresión (EPM13) y hubo dos EPM que no mostraron progresión (EPM7 y EPM4). Estos resultados pueden explicarse porque los EPM analizaron situaciones de enseñanza-aprendizaje en las que se presentaban contenidos matemáticos diferentes y, por tanto, podía influir el conocimiento de matemáticas y de didáctica de las matemáticas que se debía movilizar.

**Tabla 1**

*Cambios identificados en los EPM*

	<b>Identificar</b>	<b>Identificar e interpretar</b>	<b>Identificar, interpretar y decidir</b>
<b>1ª narrativa</b>	EPM3; EPM5; EPM7; EPM8; EPM11; EPM12; EPM14; EPM15; EPM17 <b>(n=9)</b>	EPM2; EPM4; EPM9; EPM10; EPM16 <b>(n=5)</b>	EPM1; EPM6; EPM13 <b>(n=3)</b>
<b>2ª narrativa</b>	EPM7; EPM13 <b>(n=2)</b>	EPM4; EPM5; EPM8; EPM11; EPM14; EPM15 <b>(n=6)</b>	EPM1; EPM2; EPM3; EPM6; EPM9; EPM10; EPM12; EPM16; EPM17 <b>(n=9)</b>

A continuación, ejemplificaremos dos de estos cambios para mostrar características del desarrollo de la competencia docente mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes.

**Caso 1 (EPM14). De identificar a identificar e interpretar**

Narrativa 1

El EPM14 describió una situación de 1º curso de Educación Primaria con 16

alumnos, centrada en el concepto de decena. Este EPM describió la situación, pero no interpretó la comprensión de los alumnos y solo proporcionó decisiones generales sobre lo que se podía hacer en esa situación. El EPM describió la situación de la siguiente manera:

“La profesora coge los materiales didácticos que hay en el aula como son el ábaco, las barritas rojas formadas por 10 unidades (cuadraditos) y las unidades sueltas (cuadraditos azules) y comienza a realizar una serie de preguntas:

Si cada barrita roja vale 10 unidades y he cogido 2 barritas, ¿cuántas barritas de 10 tengo? Los niños responden: 2 barritas.

Pero si sabemos que una barrita roja es igual a 1 decena porque está formada por 10 unidades, ¿cuántas decenas tengo si tengo dos barritas rojas? Los niños responden: 2 decenas, 20 decenas, 11 decenas.

Ahí es cuando observamos que aparece el “lío” para ellos...así que corrige a los alumnos, explica la respuesta correcta que es 2 decenas y pasa a realizar otro ejemplo.”

El EPM identificó detalles importantes en la situación, como que los alumnos no reconocían que agrupar 10 unidades era 1 decena, aportando evidencias de las respuestas de los estudiantes. A continuación, únicamente destacó la dificultad que tuvieron, sin interpretar esta dificultad desde el conocimiento sobre el aprendizaje del sistema de numeración decimal.

“Me doy cuenta que les cuesta mucho aprender o entender el concepto de decena, debido a que es muy abstracto.”

Por último, indicó cómo se podría continuar la enseñanza mediante un comentario general en el que destaca la necesidad de realizar diferentes ejemplos, pero sin incluirlos:

“Es muy importante que trabajemos con ellos en diferentes sesiones y que les enseñemos diferentes ejemplos (cuantos más cercanos y reales para ellos mejor) para que al final comprendan y afiancen el concepto.”

### Foro virtual

En el foro virtual, los comentarios a la narrativa tanto de sus compañeros como del tutor se centraron en la necesidad de ampliar su interpretación y de incluir decisiones específicas. Por ejemplo, el tutor escribió:

“Deberías ampliar un poco más la parte de interpretación, indicar que la idea de decena es difícil para los niños de primaria puede ser poco (puedes usar algo de lo que se vio en la asignatura del año pasado por si te puede ser útil). Te falta el apartado de ampliación: qué puedes hacer a continuación. Una sugerencia es potenciar lo manipulativo frente al trabajo simbólico o gráfico en un primer momento para potenciar el significado de grupo-decena”

## Narrativa 2

En la segunda narrativa, este EPM describió una situación centrada en la resta en formato vertical. Este EPM interpretó algunas características de la comprensión de los alumnos. Sin embargo, aunque indicó cómo continuar la enseñanza de forma específica, no justificó sus decisiones desde la información inferida sobre la comprensión de los estudiantes. El EPM describió la situación:

“El objetivo de la sesión es saber realizar correctamente la resta en vertical operando con la estrategia que la profesora les ha enseñado a los alumnos: *“el número de abajo lo metemos en la cabeza y ahora saco los dedos y quiero llegar hasta...”*”.

Y posteriormente, describió respuestas de varios alumnos a actividades de restas en vertical. En este caso, adjuntó la ficha de actividades e identificó detalles matemáticos relevantes cuando comenta que los estudiantes tuvieron dificultades en el conteo desde el minuendo hasta el sustraendo.

“Iker: en el ejercicio número 2 (adjunta la ficha en la que aparecen 4 restas en vertical:  $4 - 3$ ;  $7 - 2$ ;  $6 - 2$ , y  $8 - 5$ ), no realiza ninguna resta bien, se ha dedicado a sumar. Le pregunto cómo ha realizado la operación y me contesta lo siguiente para la primera resta: Tengo 3 en la cabeza y saco 4 dedos, ahora los cuento. 3, 4, 5, 6 y 7. Tengo 7 dedos.

Salva, en el mismo ejercicio comete el mismo fallo que su compañero, ha sumado en vez de restar. Le pregunto y sin sacar dedos ni nada me dice: Señó, 3 que tengo y 4 que pongo en los dedos son 7.”

El EPM interpretó que los estudiantes no “tienen bien adquirido conceptos previos”, y que existe confusión entre “suma y resta”, sin profundizar más allá de la evidencia que proporciona:

“Puede que el fallo sea que no distinguen entre resta o suma, o quizás que no han entendido bien el concepto a tratar. Puede que fallen porque tampoco tienen bien adquirido el concepto de anterior-posterior que también se ha trabajado en el bloque de contenidos. Además de tener confusión entre los algoritmos de la suma y de la resta.”

Por último, propuso la siguiente situación para continuar con la enseñanza:

“Se podrían realizar restas con materiales que ellos mismos tienen como son los lápices de colores, les diría que todos sacasen X número de lápices y después les diría: Si tenemos X lápices encima de la mesa y ahora, debemos guardar N número de lápices en el estuche. ¿Cuántos he quitado? ¿Cuántos me han quedado encima de la mesa?”

Este EPM proporcionó una actividad específica centrada en el significado de la resta y lo vinculó a una situación real. Sin embargo, este EPM parece no ser consciente del potencial que pueden tener las diferentes situaciones de resta, desde un punto de vista semántico, vistas en las asignaturas del programa de formación (información sobre los

diferentes problemas aritméticos elementales (PAEs) y las diferentes estrategias que los estudiantes pueden utilizar). Por ejemplo, la estrategia de contar desde el sustraendo hasta el minuendo (estrategia en la que parece tener dificultades los alumnos descritos), en la que se da como respuesta el número de dedos levantados, es coherente con situaciones de cambio cuya incógnita es el cambio, pero, sin embargo, no sería coherente en problemas en las que la situación requiera “quitar” como la situación planteada por el EPM.

En este cambio, los EPM pasan de únicamente identificar detalles matemáticos en las respuestas de los estudiantes a identificar detalles matemáticos y vincularlos a la posible comprensión del estudiante. Sin embargo, aunque algunos EPM son capaces de proporcionar una actividad específica, esta no está vinculada a la comprensión de los estudiantes identificada (en el caso del EPM14, la actividad propuesta no está vinculada al error identificado por parte del estudiante).

## **Caso 2 (EPM17). De identificar a identificar, interpretar y decidir**

### Narrativa 1

La EPM17, en la primera narrativa, describió una situación en la que los alumnos de 1º curso de Educación Primaria estaban resolviendo restas con números menores de 10. Esta EPM describió la situación, pero tuvo dificultades en interpretar la comprensión de los estudiantes y proporcionó decisiones generales no vinculadas a la comprensión de los estudiantes. Esta EPM comenzó describiendo la actividad que se estaba realizando:

“La actividad que se propone consiste en realizar una serie de restas simples en horizontal (incluye el extracto de la ficha: 5-3; 6-2; 7-4; 8-1; 9-3; 10-6). En el ejercicio se propone emplear fichas o material manipulable para realizar las operaciones. La maestra únicamente indicó que tenían que realizar esas operaciones.”

A continuación, la EPM describió algunas dificultades que presentaba un alumno, aportando algunos detalles como que el alumno parece que identifica que la respuesta debe ser uno de los números que aparece en la resta:

“Una de las respuestas más llamativas fue la de un alumno que no sigue el nivel del resto de la clase. Este alumno indicaba siempre que el resultado era alguno de los números de la operación. Así pues, por ejemplo, si la resta era:  $5 - 3$ , él indicaba que el resultado era 5”

Aunque esta EPM proporcionó una descripción de la tarea y una respuesta del alumno, no la interpretó en términos de su comprensión y proporcionó un comentario general:

“Este alumno parece que todavía no ha asentado el algoritmo.”

Esta EPM proporcionó decisiones generales centradas en el tipo de agrupación de los estudiantes o en el uso de fichas para llevar un conteo más visual:

Por lo que respecta a la forma de trabajar tal vez hubiera sido más productivo hacerlo en grupo primero para que luego los alumnos lo hicieran de manera individual, así las pequeñas dudas que hubieran surgido se habrían resuelto grupalmente. [...] Por otro lado, también se podrían haber empleado fichas o dibujos, además del conteo con los dedos, para obtener un apoyo mucho más visual.

### Foro virtual

Cuando esta narrativa se compartió en el foro virtual, recibió varios comentarios relacionados con la necesidad de profundizar en la interpretación y proponer actividades específicas que ayudaran a los estudiantes a continuar desarrollando su comprensión matemática:

"[...] estaría bien que explicaras qué tipo de dificultades estaba teniendo el alumno. ¿Qué le pasa por la cabeza? ¿Por qué cree que está dando ese tipo de respuesta?"

"[...]Sería más interesante que propusieras, para decidir cómo responder, una actividad concreta y la forma en que crees que es posible representar, a modo de símbolos, la acción de restar"

### Narrativa 2

La segunda narrativa proporcionada por esta EPM se centraba también en un aula de 1º curso de Educación Primaria en la que estaban trabajando descomposiciones de los números. En este caso, la EPM describió la situación, interpretó algunas características de la comprensión de los alumnos y proporcionó decisiones más específicas centradas en la comprensión de los estudiantes. La EPM escribió:

"La actividad que se propone consiste en repasar los números del 11 al 15 y observar las decenas y unidades" [Adjunta una ficha de actividades en la que los alumnos tenían que hacer las descomposiciones de los números del 11 al 15 en \_ decenas y \_ unidades y en \_\_\_ + \_\_\_ = 11]

La EPM continuó describiendo las estrategias y dificultades de los alumnos:

"Un alumno no completó la tarea. Tan sólo había hecho los números 11 y 12 (hechos previamente en grupo). Al observar esto me acerqué y le señalé el número 13, preguntándole qué número era. Aunque tardó unos instantes, respondió "trece". A continuación, le pregunté si me podía decir cuántas decenas tenía ese número. Su respuesta fue "trece". [...] No vio la correspondencia que habían detectado sus compañeros entre las diferentes descomposiciones del número"

La EPM identificó elementos matemáticos importantes para interpretar la comprensión de los alumnos como la correspondencia entre las diferentes representaciones de los números. La interpretación se centró en la dificultad del estudiante de no ver las diferentes descomposiciones del número.

"Posiblemente, la dificultad que tiene este alumno es la mala asimilación de la decena y de la unidad, dado que todavía no comprende estos conceptos no puede entender la descomposición de números."

Identificar una posible causa sobre la dificultad observada le permitió decidir cómo continuar la enseñanza y se centró en la comprensión de lo que parecía ser la causa de la dificultad del estudiante. Aunque no incluye una actividad específica, de su narrativa se infiere que trabajará la idea de valor de posición y los agrupamientos de objetos de 10 en 10, para la idea de decena:

“Es importante diferenciar siempre en los números de dos cifras, entre el dígito que representa la decena y el que conforma la unidad. Además, también pueden agruparse objetos de 10 en 10, para asimilar que la decena es un grupo de 10 objetos. Y, por supuesto, no olvidar el empleo de la modelización, ya sea con fichas, garbanzo, colores...”

Esta manera de describir lo que se hará a continuación, puede ser entendido como una evidencia de la integración del uso de la información proporcionada por las asignaturas del programa de formación (en este caso, información sobre cómo los estudiantes de primaria comprenden las características del sistema de numeración decimal) y de la información generada desde la situación observada. Esta integración de la información procedente de dos fuentes (la situación observada y el contenido de las asignaturas del programa de formación) puede ser considerada una característica del desarrollo de la competencia docente mirar profesionalmente las situaciones de enseñanza.

## ***Discusión y Conclusiones***

En este estudio hemos analizado si escribir y compartir narrativas en un foro virtual favorece el desarrollo de la competencia docente mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes durante el período de prácticas en los centros de Educación Primaria. Hemos descrito dos de los cambios identificados que muestran características del desarrollo de esta competencia docente en los contextos de prácticas de enseñanza.

Nuestros resultados muestran que los EPM lograron desarrollar narrativas progresivamente más completas mostrando evidencias de una mejora en su capacidad para mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes ya que 15 de los 17 EPM, en la segunda narrativa, identificaron detalles matemáticamente relevantes en las respuestas de los estudiantes e interpretaron su comprensión y 9 de ellos además indicaron cómo continuar con la instrucción considerando la comprensión de los estudiantes. Sin embargo, los cambios no fueron uniformes, y mostraron que la información proporcionada en las asignaturas del programa de formación no fue usada de la misma manera ya que no todos fueron capaces de interpretar la comprensión de los estudiantes o proponer actividades considerando la comprensión del estudiante.

Sin embargo, hubo EPM que no progresaron en su competencia docente. Estos resultados pueden explicarse porque los EPM identificaban situaciones de aula en las que se estaban abordando contenidos matemáticos diferentes. En algunas ocasiones,

los EPM presentaron dificultades con el propio contenido matemático que se estaba trabajando en el aula, lo que les llevó a no identificar correctamente la comprensión de los estudiantes o las dificultades que los estudiantes tenían. Este resultado subraya la necesidad de que los EPM dispongan del conocimiento de matemáticas y de didáctica de las matemáticas para poder desarrollar las destrezas de identificar, interpretar y decidir al asumirse que la competencia docente mirar profesionalmente las situaciones de enseñanza de las matemáticas es una competencia basada en procesos de razonamiento usando conocimiento específico.

En su primera narrativa, aunque la mayoría de EPM fueron capaces de identificar detalles matemáticos importantes en las respuestas de los estudiantes, no fueron capaces de interpretar su comprensión ni de proponer decisiones específicas de cómo continuar la enseñanza centradas en la comprensión del estudiante. Este resultado es relevante ya que nos indica que integrar lo aprendido en las asignaturas del programa de formación (conocimiento sobre la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas) con la información que se genera desde la situación observada en la práctica (al aula real) no es una tarea fácil.

En la segunda narrativa hubo más EPM que fueron capaces de interpretar la comprensión de los estudiantes y de proponer decisiones sobre la instrucción centradas en su comprensión. Estos resultados indican que la participación en los foros virtuales donde recibían retroalimentación de otros compañeros centrado en mejorar la forma en que se describía, interpretaba y completaba la situación siguiendo las preguntas guía proporcionadas, les ayudó a centrar su atención y generar interpretaciones de la comprensión de los estudiantes y proporcionar decisiones de enseñanza específicas. En investigaciones previas ya se había constatado que los foros virtuales son contextos que favorecen el desarrollo de esta competencia durante las asignaturas de los programas de formación de profesores de secundaria de matemáticas (Fernández et al., 2012) y durante programas de formación de profesores de matemáticas en formato virtual (Fernández et al., 2020; 2021). En esta investigación, la retroalimentación dada en el foro virtual parece que también favoreció el desarrollo de la mirada de los EPM durante su período de prácticas en los centros escolares. Es decir, nuestros resultados parecen sugerir, en línea con investigaciones previas, que el acto de escribir y compartir, puede ser entendido como un mediador en el aprendizaje de los EPM (Wells, 2002). Sin embargo, otros factores no relacionados con las preguntas guía, el foro virtual o la retroalimentación recibida, por ejemplo, el propio concepto matemático implicado en la situación descrita, podrían haber influido en los cambios identificados.

Nuestros resultados contribuyen a la agenda de investigación aportando información sobre el desarrollo de la competencia mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes durante los períodos de prácticas en los centros, a través de la escritura de narrativas y la retroalimentación proporcionada por los compañeros y el tutor universitario en foros virtuales.

### **Agradecimientos**

Esta investigación ha sido financiada por el proyecto PID2020-116514GB-I00, Agencia Estatal de Investigación, Ministerio de Ciencia e Innovación, España y por el proyecto CIAICO/2021/279 de la Conselleria d'Educació, Cultura i Sport de la Generalitat Valenciana.

### **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**

Todos los autores de este artículo han contribuido por igual.

### **Referencias**

- Amador, J.M., Bragelman, J. y Castro-Superfine, A. (2021). Prospective teachers' noticing: A literature review of methodological approaches to support and analyze noticing. *Teaching and Teacher Education*, 99, <https://doi.org/10.1016/j.tate.2020.103256>
- Borba, M. C., Askar, P., Engelbrecht, J., Gadanidis, G., Llinares, S. y Aguilar, M. S. (2016). Blended learning, e-learning and mobile learning in mathematics education. *ZDM Mathematics Education*, 48(5), 589-610. <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0798-4>
- Chapman, O. (2008). Narratives in mathematics teacher education. En D. Tirosh & T. Wood (Eds.), *The International Handbook of Mathematics Teacher Education. Tools and Processes in Mathematics Teacher Education* (vol 2, pp. 15-38). Sense Publishers.
- Clandinin, D.J. y Connelly, F.M. (2004). Narrative inquiry: Experience and story in qualitative research. Jossey-Bass
- Ensor, P. (2001) From preservice mathematics teacher education to beginning teaching: A study in recontextualizing. *Journal for Research in Mathematics Education*, 32(3), 296-321. <https://doi.org/10.2307/749829>
- Dindyal, J., Schack, E. O., Choy, B. H. y Sherin, M. G. (2021). Exploring the terrains of mathematics teacher noticing. *ZDM-Mathematics Education*, 53(1), 1-16. <https://doi.org/10.1007/s11858-021-01249-y>
- Emig, J. (1977). Writing as a mode of learning. *College Composition and Communication*, 28(2), 122-128. <https://doi.org/10.2307/356095>
- Erixon, E. L. (2016). Learning activities and discourses in mathematics teachers' synchronous oral communication online. *Research in Mathematics Education*, 18(3), 267-282. <https://doi.org/10.1080/14794802.2016.1190667>
- Fernández, C. y Choy, B.H. (2020). Theoretical lenses to develop mathematics teacher noticing. Learning, teaching, psychological and social perspectives. En S. Llinares, O. y Chapman (Eds.), *International Handbook of Mathematics*

- Teacher Education : Volume 2. Tools and Processes in Mathematics Teacher Education* (pp. 337–360). Brill.
- Fernández, C., Llinares, S. y Rojas, Y. (2020). Prospective mathematics teachers' development of noticing in an online teacher education program. *ZDM Mathematics Education*, 52, 959-972. <https://doi.org/10.1007/s11858-020-01149-7>
- Fernández, C. Llinares, S. y Rojas, Y. (2021). The impact of an online teacher education program on the development of prospective secondary mathematics teachers' noticing. En K. Hollebrands et al. (eds.), *Online Learning in Mathematics Education* (pp. 187-206). Springer nature.
- Fernández, C., Llinares, S. y Valls, J. (2012). Learning to notice students' mathematical thinking through on-line discussions. *ZDM. Mathematics Education*, 44, 747-759. <https://doi.org/10.1007/s11858-012-0425-y>
- Fernández, C., Sánchez-Matamoros, G., Valls, J. y Callejo, M. L (2018). Noticing students' mathematical thinking: characterization, development and contexts. *Avances de Investigación en Educación Matemática (AIEM)*, 13, 39–6. <https://doi.org/10.35763/aiem.v0i13.229>
- Friesen, M. y Kuntze, S. (2018). Competence assessment with representations of practice in text, comic and video format. En O. Buchbinder, & S. Kuntze (eds.), *Mathematics teachers engaging with representations of practice. A dynamically evolving field* (pp. 113–130). Springer
- Hattie, J. y Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77(1), 81–112. <https://doi.org/10.3102/003465430298487>
- Ivars, P. y Fernández, C. (2015). Aprendiendo a mirar profesionalmente el pensamiento matemático de los estudiantes en el contexto de las prácticas de enseñanza. El papel de las narrativas. *Ensayos*, 30, 45–54. <https://doi.org/10.18239/ensayos.v30i1.699>
- Ivars, P., Fernández, C., Llinares, S., Friesen, M., Krummenauer, J., Kuntze, S., Healy, L., Samková, L. y Skilling, K. (2020). A digital tool to support teachers' collaborative reflection on mathematics classroom situations: The Erasmus+ Coreflect@maths project. In International Conference of Education, Research and Innovation. *ICERI*. <https://doi.org/10.21125/iceri.2020>
- Jacobs, V.R., Lamb, L.C. y Philipp, R. (2010). Professional noticing of children's mathematical thinking. *Journal for Research in Mathematics Education*, 41(2), 169-202. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.41.2.0169>
- Javadi, E., Gebauer, J. y Novotny, N. (2016). Comparing Student Interaction in Asynchronous Online Discussions and in Face-to-Face Settings: A Network Perspective. In *Proceedings of the EDSIG Conference ISSN* (Vol. 2473, p. 3857).
- Kent, C., Laslo, E. y Rafaeli, S. (2016). Interactivity in online discussions and learning outcomes. *Computers & Education*, 97, 116-128. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.002>
- König, J., Santagata, R., Scheiner, T. Adleff, A. Yang, X. y Kaiser, G. (2022). Teacher

- noticing: A systematic literature review of conceptualizations, research designs, and findings on learning to notice. *Educational Research Review*, 36, 100453. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100453>
- Lee, M. Y. y Choy, B. H. (2017). Mathematical teacher noticing: The key to learning from lesson study. En E. O. Schack et al. (Eds.), *Teacher noticing: Bridging and broadening perspectives, contexts, and frameworks* (pp. 121–140). Springer.
- Llinares, S. y Valls, J. (2010). Prospective primary mathematics teachers' learning from on-line discussions in a virtual video-based environment. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 13, 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10857-009-9133-0>
- Mason, J. (2002). *Researching your own practice. The discipline of noticing*. London: Routledge-Falmer. <https://doi.org/10.4324/9780203471876>
- Pena-Shaff, J. B. y Nicholls, C. (2004). Analyzing student interactions and meaning construction in computer bulletin board discussions. *Computers & Education*, 42(3), 243-265. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2003.08.003>
- Polkinghorne, D. E. (1988). *Narrative knowing and the human sciences*. SUNY Press.
- Ponte, J.P., Segurado, I. y Oliveira, H. (2003). A collaborative project using narratives: What happens when pupils work of mathematical investigations? En A. Peter-Koop, V. Santos-Wagner, C. Breen, & A. Begg (Eds.), *Collaboration in teacher education: Examples from the context of mathematics education* (pp. 85-97). Kluwer Academic Press.
- Rotem, S. y Ayalon, M. (2023). Constructing coherency levels to understand connections among the noticing skills of pre-service mathematics teachers. *Journal of Mathematics Teacher Education*. <https://doi.org/10.1007/s10857-023-09574-7>
- Schoenfeld, A. (2016). Making sense of teaching. *ZDM Mathematics Education*, 48(1-2). <https://doi.org/10.1007/s11858-016-0762-3>
- Schrire, S. (2006). Knowledge building in asynchronous discussion groups: Going beyond quantitative analysis. *Computers & Education*, 46(1), 49-70. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2005.04.006>
- Smith, L. M (2012). Biographical Method. En J. Goodwin (Ed.), *SAGE Biographical Research* (vol. 1, pp. 1-35). Sage Publications Ltd.
- Van der Pol, J., van der Berg, B. A. M., Admiraal, W. F. y Simons, P. R. J. (2008). The nature, reception, and use of online peer feedback in higher education. *Computers and Education*, 51(4), 1804–1817. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.06.001>
- van Es, E. y Sherin, M.G. (2002). Learning to notice: scaffolding new teachers' interpretations of classroom interactions. *Journal of Technology and Teacher Education*, 10, 571-596.
- van Es, E. A. y Sherin, M. G. (2008). Mathematics teachers' "learning to notice" in the context of a video club. *Teaching and Teacher Education*, 24(2), 44-276.

<https://doi.org/10.1016/j.tate.2006.11.005>

Wang, Z., Gong, Sh, Xu, S. y Hu, X. (2019). Elaborated feedback and learning: Examining cognitive and motivational influences. *Computers and Education*, 136(1), 130–140. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.04.003>

Wells, G. (2002). *Dialogic inquiry. Towards a sociocultural practice and theory of education*. Cambridge University Press.

# ARAMAT: descripción y análisis del impacto de un programa de formación continua del profesorado de matemáticas

Enric CASTELLÀ CARLOS  
Sílvia MARGELÍ VÖLP  
Montserrat TORRA BITLLOCH

## Datos de contacto:

Enric Castellà Carlos  
CREAMAT. Dept. d'Educació.  
Generalitat de Catalunya  
[ecaste56@xtec.cat](mailto:ecaste56@xtec.cat)

Sílvia Margelí Völp  
CREAMAT. Dept. d'Educació.  
Generalitat de Catalunya  
[smargeli@xtec.cat](mailto:smargeli@xtec.cat)

Montserrat Torra Bitlloch  
CREAMAT. Dept. d'Educació.  
Generalitat de Catalunya  
[mtorra12@xtec.cat](mailto:mtorra12@xtec.cat)

Recibido: 07/04/2023  
Aceptado: 23/06/2023

## RESUMEN

En el entorno público, las Administraciones educativas son responsables de facilitar programas de formación continua del profesorado. Desde este punto de vista, el objetivo de este artículo es describir y evaluar el impacto del programa de formación ARAMAT, que el *Departament d'Educació* de la *Generalitat de Catalunya* encargó al Centro de Recursos Específico para la Enseñanza y Aprendizaje de las MATemáticas, CREAMAT, para mejorar la enseñanza de las matemáticas de los docentes de primaria. Para el diseño del programa, se tuvieron en cuenta los criterios siguientes: 1) ofrecer conocimientos matemáticos sobre contenidos y procesos; 2) promover la participación activa de los docentes en la práctica y la gestión del aula a través de actividades diseñadas específicamente; 3) reflexionar sobre la propia práctica y métodos de enseñanza. ARAMAT se ha implementado en Catalunya a 3828 docentes desde 2015 a 2020. Para el análisis del impacto, se han administrado cuestionarios después de cada curso de formación y en 2022, para obtener datos adicionales sobre la formación recibida y las necesidades de formación futura. Los resultados muestran una alta satisfacción general de los docentes con el programa ARAMAT, con una puntuación promedio de 4.68 sobre 5. Los participantes reconocen la importancia de abordar aspectos prácticos y de gestión del aula para promover su desarrollo profesional. Se concluye que es necesario formar a todo el profesorado ofreciendo una enseñanza basada en competencias a nivel de centro, para lograr un impacto más eficaz en la enseñanza de las matemáticas.

**PALABRAS CLAVE:** desarrollo profesional del profesorado de matemáticas; formación continua; programa de formación; enseñanza basada en competencias; procesos matemáticos.

## **ARAMAT: description and analysis of the impact of an in-service training program for mathematics teachers**

### **ABSTRACT**

In the public sector, education administrations are responsible for providing continuous teacher training programs. From this point of view, the aim of this article is to describe and evaluate the impact of the ARAMAT training program, which the *Departament d'Educació de la Generalitat de Catalunya* commissioned the *CREMAT* to improve the mathematics teaching of primary school teachers. In designing the program, the following criteria were considered: 1) to provide mathematical knowledge about content and processes; 2) to promote teachers' active participation in classroom practice and management through specifically designed activities; 3) to reflect on one's own teaching practice and methods. ARAMAT has been implemented in Catalonia to 3828 teachers from 2015 to 2020. For impact analysis, questionnaires have been administered after each training course and in 2022, to obtain additional data on the training received and future training needs. The results show a high overall satisfaction of teachers with the ARAMAT program, with an average score of 4.68 out of 5. Participants recognize the importance of addressing practical and classroom management issues to promote their professional development. It is concluded that there is a need to train all teachers by offering competency-based teaching at school level in order to achieve a more effective impact on mathematics teaching.

**KEYWORDS:** professional development of mathematics teachers; in-service training; training program; competence-based teaching; mathematical processes.

### **Introducción**

Diversos estudios sobre la formación inicial en matemáticas y su didáctica que se imparte en los grados de maestro en España como, por ejemplo, el informe TEDS-M (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2012), han puesto de manifiesto que dicha formación es claramente insuficiente para ejercer la profesión de manera eficaz. La situación de la formación continua tampoco deja entrever una situación optimista, pues son muy pocas las comunidades autónomas que tienen un plan de formación específico de matemáticas (López Beltrán et al., 2020), dejando en manos de iniciativas privadas y a menudo con ánimo de lucro la formación continua del profesorado de matemáticas.

Este panorama ha ido dejando un vacío que en unos años ha derivado en carencias a nivel de formación especializada en la escuela (Blanco, 2001). Consecuentemente, el cambio de modelo hacia una matemática más competencial, basada en el desarrollo de procesos matemáticos como la resolución de problemas, razonamiento y prueba, conexiones, comunicación y representación (NCTM, 2000), ha evidenciado la inseguridad de los docentes para planificar y gestionar las prácticas de enseñanza de

las matemáticas cuando ya no es suficiente reproducir el esquema ejercicio-respuesta en el que, si era conveniente, se podía contar con la ayuda de un solucionario. Alsina, et al. (2021), por ejemplo, han aportado datos que confirman las dificultades del profesorado de primaria para enseñar matemáticas a través de los procesos matemáticos indicados.

Este enfoque competencial, en la que se requiere que el profesorado guíe las aportaciones del alumnado para ayudarle a construir conocimiento matemático, ha sido asumido por la LOMLOE (MEFP, 2022). En este nuevo marco curricular, el desarrollo de las competencias específicas está claramente influido por los procesos del NCTM (Santaengracia et al., 2023). De acuerdo con Santaengracia et al. (2023) existe una correspondencia clara, con la única excepción de aquellas relacionadas con el sentido socioafectivo (competencias específicas 7 y 8) y el pensamiento computacional (competencia específica 4).

En este artículo se asume que es necesario dar un impulso a la formación continua de los docentes en matemáticas, tanto para subsanar las lagunas de conocimiento como para promover esta nueva manera de plantear la educación matemática (López Beltrán et al., 2020). Para atender esta demanda, el curso escolar 2014/15 el *Departament d'Educació* de la *Generalitat de Catalunya* planteó la necesidad de ofrecer más formación en matemáticas a los docentes de primaria, y encargó el proyecto a CREAMAT, Centro de Recursos específicos para la Enseñanza y Aprendizaje de las Matemáticas del CESIRE. Aunque la demanda inicial insistía en la formación en contenidos matemáticos de los docentes de primaria, desde el CREAMAT se consideró que no debía limitarse a un curso centrado en los saberes, sino que era muy importante la forma en que se presentaban, modelizando dinámicas de gestión de aula para ayudar a desarrollar la competencia matemática. Desde este punto de vista, se consideró que la principal finalidad del programa debía ser profundizar tanto en la formación matemática como didáctica de los docentes, la necesaria para promover una mejor enseñanza-aprendizaje distinguiendo los contenidos relevantes, sus relaciones y el papel de los procesos matemáticos y al mismo tiempo proveer de ejemplos de actividades (o situaciones de aprendizaje) y reflexiones sobre estas actividades que faciliten a los docentes la elección de actividades a proponer a los alumnos. Partiendo de esta base, se diseñó la formación ARAMAT contando con la colaboración de toda la estructura y experiencia de los formadores y formadoras en educación matemática de la *Federació d'Entitats per a l'Ensenyament de les Matemàtiques a Catalunya*, FEEMCAT, y de personas vinculadas a la formación inicial de algunas universidades públicas catalanas.

Con base en estos antecedentes, el objetivo de este artículo es describir los principales elementos que definen este programa de formación continua y evaluar su impacto a través de la valoración global de los participantes, la percepción de la transferencia al aula y el papel de las personas formadoras (Tejada & Ferrández, 2012).

## **Marco teórico**

Se En España, tal como se señala en el Libro Blanco de las Matemáticas (López Beltrán et al., 2020), existe la amenaza que en la formación continua del profesorado

de matemáticas se priorice “la formación en metodologías generales y la inclusión de las TIC, en detrimento de la formación en cuestiones pedagógicas relacionadas con el contenido o con el currículo” (p. 63).

En este sentido, y aun siendo conscientes de la gran diversidad de formas de interpretar y llevar a cabo la formación continua de los docentes, podríamos decir que el momento actual se caracteriza por cuestionar el planteamiento deductivo tan extendido (Esteve & Alsina, 2020). Esta afirmación, lejos de ser gratuita, es el resultado de múltiples evidencias obtenidas, en las que se ha podido comprobar de primera mano que son muchos los formadores que, tanto a nivel individual como en el seno de distintas instituciones (departamentos o incluso facultades, asesores de centros de profesorado, etc.), buscan maneras más eficaces de abordar el desarrollo profesional de los docentes de matemáticas. Y así han surgido (y resurgido) propuestas de formación de docentes más constructivas y que se engloban dentro de la denominada *Inquiry-Based Education*, un tipo de educación que se basa en el aprendizaje por indagación, con un apoyo del formador (Artigue & Blomhøj, 2013), dejando atrás modelos de formación del profesorado centrados en la instrucción directa y la transmisión (Boghossian, 2006; Mayer, 2004). De forma sintética,

la indagación matemática parte de una pregunta o un problema, y las respuestas se buscan a través de la observación y la exploración; se realizan experimentos mentales, materiales o virtuales; se buscan conexiones con preguntas ya respondidas y que tienen analogías relevantes para la pregunta que se está investigando; se ponen en juego técnicas matemáticas conocidas y se adaptan cuando es necesario. Este proceso de indagación está dirigido por, o conduce a, respuestas hipotéticas, a conjeturas que requieren una validación. Éste no suele ser un proceso lineal (Artigue, 2017, p. 594).

Adicionalmente, se asume también que el desarrollo profesional docente debe ser concebido como una actividad transformadora (Stetsenko, 2017). Pero, ¿qué se entiende por actividad transformadora? Teniendo en cuenta que el desarrollo profesional docente es un proceso integral de la misma persona, en el que entran en interacción los propios esquemas mentales y las propias representaciones con perspectivas que ‘vienen de fuera’, toda intervención formativa debería propiciar una reestructuración o un reajuste de las representaciones iniciales de los docentes en formación (Esteve, 2018; Pozo et al., 2006). Esta reestructuración, que es a la vez cognitiva y socioafectiva, no es posible si los docentes en formación no dotan de un significado propio a los conceptos subyacentes a las prácticas educativas de calidad, siempre en concordancia con su persona y con el contexto en el que desarrollen su actividad docente. Aquí se esconde la esencia del concepto de transformación: la transformación implica que los docentes en formación no solo se den cuenta de las nuevas prácticas que amplían su horizonte de conocimiento, sino que también deben ver desafiados sus pre-conocimientos y sus prácticas iniciales y, por lo tanto, reconceptualizarlas (Alsina, 2019).

Materializar estos principios en la formación continua del profesorado de matemáticas implica concebir y diseñar las prácticas formativas desde una perspectiva distinta a la convencional. En términos generales, estas prácticas reúnen las siguientes características (Esteve & Alsina, en prensa):

- Sitúan al docente en formación en el centro del proceso de aprendizaje y lo

consideran como agente de cambio por excelencia. En esta concepción, la agencia del docente emerge como el elemento clave para su desarrollo.

- La reflexión crítica en torno a la práctica conforma la piedra angular para promover el desarrollo profesional docente. Al respecto, adoptar una mirada investigadora como docente implica convertir elementos de la actuación docente, propia o ajena, en objeto de estudio.
- La introducción de conceptos teóricos se resitúa porque parte de las necesidades que se derivan del proceso reflexivo y no a la inversa. Así, el aprendizaje se basa primordialmente en la conexión entre las experiencias de los docentes en formación en la práctica, el análisis de las necesidades de formación y el conocimiento teórico.
- Finalmente, se enfatiza la interacción entre iguales, así como con personas más expertas como herramienta para promover la reflexión y el aprendizaje.

Con base en estos fundamentos teórico-metodológicos, a continuación, se describen las principales características del programa ARAMAT.

## ***Descripción del Programa ARAMAT: estructura y diseño de la formación***

### **Estructura y desarrollo cronológico del programa ARAMAT**

La propuesta parte de un diseño inicial que se hizo desde el CREAMAT con la colaboración de diversos expertos en educación matemática, tal como se describe en CREAMAT (2016). El primer año (2015-2016) se ofreció el primer módulo del programa, denominado ARAMAT1, en el que se trataron los bloques de:

- Operaciones. Multiplicación y división.
- Geometría del espacio.
- Geometría plana.
- Patrones y relaciones.
- Sentido numérico.

Con la intención de ofrecer una formación que llegase a todo el territorio catalán, se contactó con dos personas de cada uno de los diez Servicios Territoriales en que se organiza el *Departament d'Educació*, que tuvieran experiencia en formación del profesorado en matemáticas. Trabajando en equipos de cuatro (dos parejas), se elaboraron los materiales para realizar el pilotaje del primer módulo. El procedimiento que se siguió fue el siguiente: a cada uno de los grupos se les adjudicó la redacción del material de uno de los bloques y, una vez puestos en común y revisados, todos usaron y compartieron los materiales para valorarlos y mejorarlos.

El primer año ya se ofreció la formación en los diez Servicios Territoriales, y debido a la buena acogida de la formación, el segundo año (2016-2017) se amplió el programa con el módulo 2, denominado ARAMAT2, que abordaba temas distintos:

- Probabilidad.
- Fracciones y decimales.

- Medida y transformaciones.
- Estadística.
- Suma y resta.

Junto con los dos primeros módulos centrados en bloques de contenidos (ARAMAT 1 y ARAMAT 2), el curso 2017-2018 se diseñó e implementó un tercer módulo denominado ARAMAT 3, centrado en los procesos matemáticos (resolución de problemas, conexiones, razonamiento y argumentación, representación y comunicación). Adicionalmente, en el curso 2019-2020 se diseñaron también dos extensiones:

- **ARAMAT 0-8**, dirigido a docentes de educación infantil (0-6 años) y ciclo inicial de primaria (6-8 años), que da respuesta a la demanda de una formación específica para estos niveles. Este curso se pilotó en 2018 y se inició con diez cursos en 2019, contando con la participación de asistentes y personas formadoras del primer ciclo (0-3 años) y segundo ciclo de infantil (3-6 años), y el primer ciclo de primaria (6-8 años).
- **ARAMAT Referentes de Centro**, para complementar la formación a docentes que buscan cómo incidir más en su centro, y que aporta ideas para ayudar a los participantes a transferir el aprendizaje a sus escuelas y acompañar a los equipos docentes.

En la Tabla 1 se muestra una síntesis de la estructura del programa ARAMAT tal como se describe en CREAMAT (2022):

**Tabla 1**

*Estructura del programa ARAMAT*

Módulo	Año de inicio	Horas de formación	Contenidos
ARAMAT1	2015-2016	30h	Operaciones. Multiplicación y división Geometría del espacio Geometría plana Patrones y relaciones Sentido numérico
ARAMAT2	2016-2017	30h	Probabilidad Fracciones y decimales Medida y transformaciones Estadística Suma y resta
ARAMAT3	2017-2018	30h	Resolución de problemas Razonamiento y prueba Comunicación y representación Conexiones
ARAMAT 0-8	2018-2019	20h	Visión longitudinal del aprendizaje de las matemáticas de 0 a 8 años
ARAMAT Referentes de centro	2018-2019	20h	Transferencia del aprendizaje a centros Acompañamiento a los equipos docentes

Cabe señalar que el material de apoyo para las formaciones ha quedado publicado en la plataforma ATENEU del *Departament d'Educació* y, a menudo, se incluyen en las “campañas del CREAMAT”, un repositorio de actividades, ideas y páginas web que proporcionan ejemplos en la línea de trabajo que se promueve en el programa.

### **Diseño de los cursos**

El enfoque de los cursos se concretó a partir de los siguientes criterios:

1. Durante el curso, el profesorado participante se situaba en el papel del alumnado que aprende matemáticas y las personas formadoras en el del docente que conduce la clase.
2. Los conocimientos a trabajar debían tener cierta dificultad para las personas asistentes y ser conocimientos clave, es decir, importantes en el currículo de primaria.

Considerando estos criterios, la metodología propuesta en los cursos ARAMAT se ha caracterizado, básicamente, por promover el desarrollo profesional a partir del aprendizaje por indagación (Artigue & Blomhøj, 2013) y, a la vez, se pretende que sea una formación transformadora, en el sentido planteado por Esteve y Alsina, (en prensa). Considerando estos fundamentos, descritos en el marco teórico, se tienen en cuenta los siguientes aspectos:

a) Procurar experiencias matemáticas que convenzan a los docentes que son capaces de pensar matemáticamente. Por ejemplo, proponer una situación a su nivel (no de primaria), dar herramientas como materiales, representaciones, preguntas, herramientas tecnológicas... y ofrecer apoyo y andamios sin dar información de antemano; promover el intercambio de cómo abordar un reto y sin prisas; hacer ver cómo la experimentación y la investigación juegan un papel en hacer conjeturas y el descubrimiento de patrones, además de aportar elementos para utilizar en la argumentación, en particular el descubrimiento de contra-ejemplos. En este sentido, se asume que la primera persona que debe creer que puede aprender matemáticas debe ser el docente, ya que es una forma de convencerlo de que todos los alumnos también pueden.

b) Ante una actividad pensada para el alumnado, primero deben resolverla los docentes de todas las formas posibles y poniéndolas en común, discutiendo los contenidos y los procesos implicados. De acuerdo con Esteve y Alsina (en prensa), experimentar que la interacción entre iguales promueve el aprendizaje se convertirá en motor para el trabajo matemático en grupo de los niños. Después, se les invita invitarles a pensar cómo creen que la resolverían sus alumnos y mostrarles resoluciones de alumnos que analizaremos detalladamente.

c) En las discusiones sobre enfoques y soluciones, aprovechar para hacer explícitas las conexiones intramatemáticas y la gestión del error, que son dos aspectos muy importantes en la educación matemática y que difícilmente se pueden analizar si no es a partir de la práctica y la observación directa.

d) No separando a los maestros por cursos o ciclos escolares. Se ejemplifican

actividades de los diferentes ciclos, haciendo evidentes los niveles de madurez de las respuestas. A menudo se analiza la misma actividad propuesta a alumnos de dos o tres ciclos diferentes.

e) Si la sesión está dedicada a un grupo de conceptos, se trabajan los más relevantes y se evidencian los procesos implicados. Especialmente, las conexiones entre conceptos, entre representaciones diversas de un concepto o situación (viendo formas de provocar la aparición de tablas, de representaciones sobre la recta), usando los patrones para resolver problemas.

f) El ambiente general, que es el que se quiere promover en sus aulas, es el de resolución de problemas. Si la comprensión del problema tiene un sentido amplio, afrontar la búsqueda de respuestas de algo para lo que no se dispone de una receta. Tomándose el tiempo necesario, recogiendo las cuestiones que planteen ellos y ellas e incorporándolas a la discusión general.

g) La resolución de los retos incorpora siempre la comunicación y la representación del proceso seguido para su respuesta. La representación en primaria es primordial, porque es en esta etapa que los niños empiezan a utilizar el lenguaje matemático, y debemos garantizar que lo hagan siempre con sentido y sin prisas. En este sentido, el uso de materiales, dibujos, conversaciones, diagramas se convierten en un camino de aproximación al lenguaje simbólico.

### ***Análisis del Programa ARAMAT: valoración global e impacto***

Para indagar en torno a la valoración del programa y su impacto, los participantes han respondido tres cuestionarios online:

- Cuestionario 1: se trata de un formulario online base de todos los cursos de formación que se proponen desde el *Departament d'Educació*, que incluye 25 ítems sobre datos descriptivos de los participantes y valoración de la actividad formativa. Este formulario es anónimo y se administra de manera automática inmediatamente después de haber participado en el curso.
- Cuestionarios 2 y 3 diseñados por el CREAMAT con motivo de este estudio y enviados a los participantes online. Las respuestas se enviaron de forma anónima. Incluyen preguntas para indagar en torno al impacto del programa y las necesidades de formación matemática y didáctica, y se administraron durante el año 2022.

El análisis de datos fue a cargo del CREAMAT. En base en los datos obtenidos en estos cuestionarios, en los subapartados que siguen se analiza la valoración global y el impacto del programa ARAMAT.

#### **Valoración global del programa**

En la tabla 2 se detalla el número de participantes por años.

**Tabla 2**

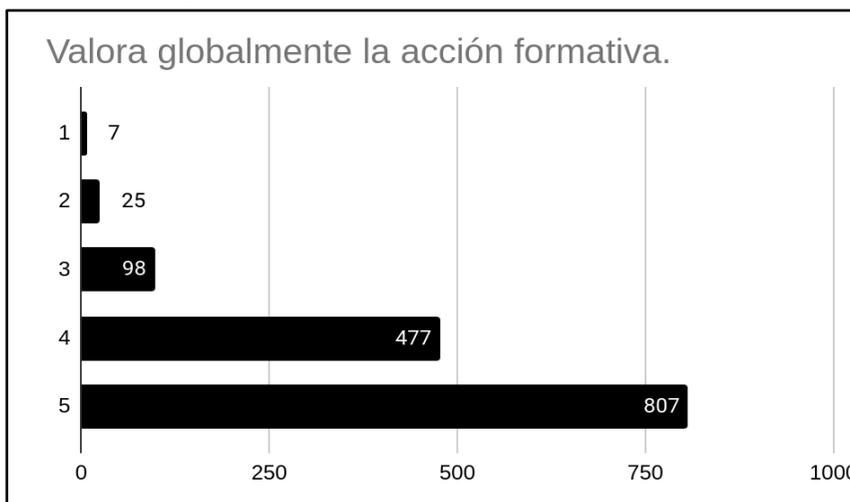
*Cursos y participantes en la formación AraMat (2015-2020)*

Año	2015-16	2016-17	2017-18	2018-19	2019-20	TOTAL
Cursos	13	22	35	30	48	148
Inscritos	454	620	799	725	1230	3828
Certificados	356	491	639	606	1020	3112
Porcentaje certificados	78,41%	79,19%	79,97%	83,59%	82,93%	80,82%
Tipo de curso	AMP1	AMP1 AMP2 AMF	AMP1 AMP2 AMP3	AMP1 AMP2 AMP3 AMP4 AMP5	AMP1 AMP2 AMP3 AMP4 AMP5	

Todos ellos recibieron el cuestionario 1 al finalizar el curso, y en total se obtuvieron respuestas de 1455 participantes (CREAMAT, 2023). En la Figura 2 se muestran los datos correspondientes al ítem “Valora globalmente la acción formativa” del cuestionario 1, en el que se obtiene un alto grado de satisfacción, con un valor medio de 4.45.

**Figura 2**

*Valoración de la acción formativa*



Para obtener datos complementarios sobre la valoración del programa, se han analizado también otros ítems del cuestionario 1 (Tabla 3).

**Tabla 3**

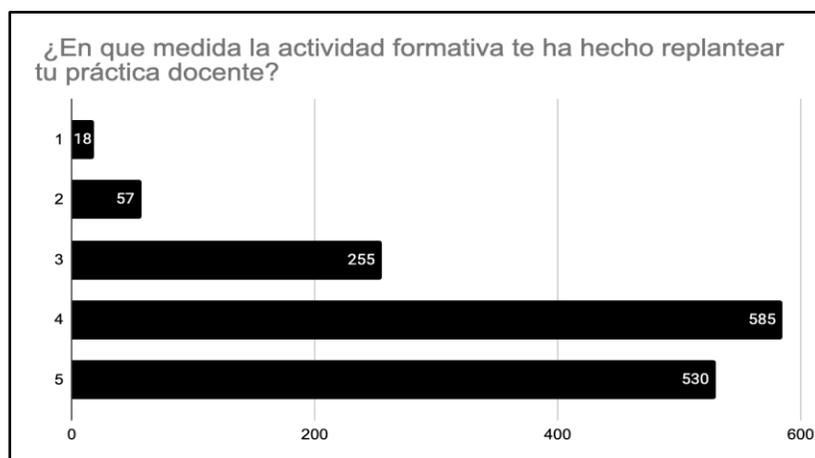
*Valoraciones generales de los cursos ARAMAT*

	Promedio
Grado de consecución de los objetivos del curso	4.26
Adecuación de las estrategias metodológicas	4.42
Adecuación del material de apoyo	4.51
Valoración de la persona formadora	4.57
Satisfacción respecto al ambiente de trabajo	4.58

Adicionalmente, se analiza el ítem del cuestionario 1 referente a la transferencia en el aula: ¿en qué medida la actividad formativa hará replantear tu práctica docente? (Figura 3)

**Figura 3**

*Transferencia en el aula*



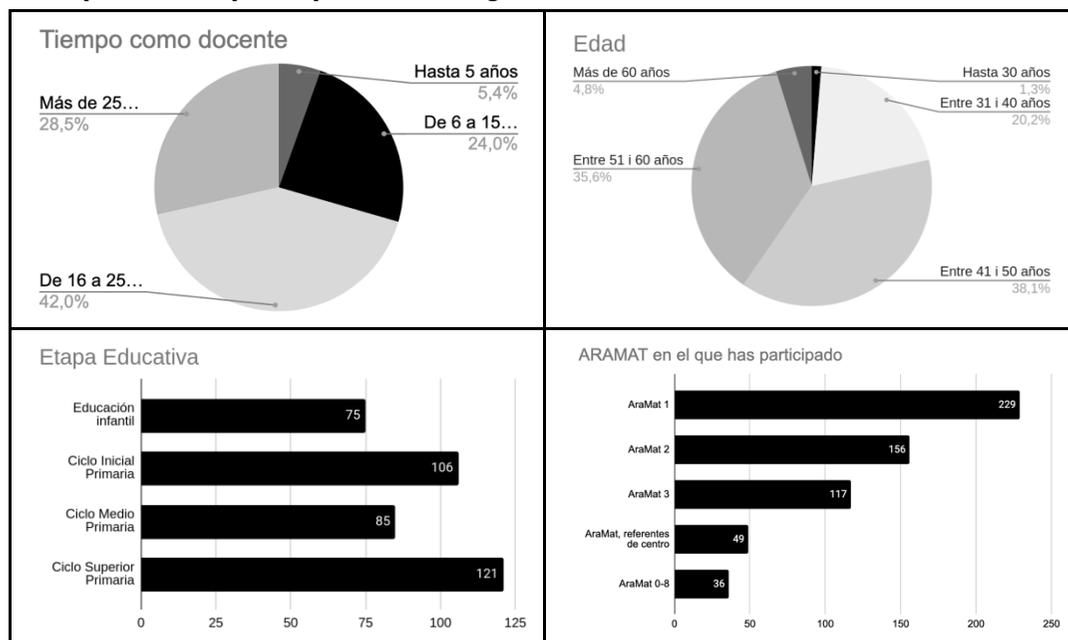
A pesar del alto grado de satisfacción de los participantes, los docentes puntúan este ítem con 4.07 sobre 5, mientras que el resto de ítems se valoran con 4.47 de media. Es pues, con bastante diferencia, el aspecto menos valorado.

**Impacto del programa**

Para analizar el impacto del programa a medio plazo, en marzo de 2022 se envió un segundo cuestionario online a todos los participantes de las diferentes ediciones de ARAMAT, obteniendo 312 respuestas en total. En la Figura 4 se detallan las características de los participantes en este segundo cuestionario.

**Figura 4**

*Descripción de los participantes en el segundo cuestionario*



En el segundo cuestionario, se pide a los participantes si la formación ARAMAT les ha aportado conocimiento matemático y didáctico, junto con otros datos de satisfacción e impacto en el aula y en el centro (Tabla 4).

**Tabla 4**

*Valoraciones sobre el conocimiento matemático y didáctico*

	Promedio
Satisfacción global	4.58
Aportación de conocimiento matemático	4.40
Aportación de herramientas metodológicas	4.45
Impacto en el aula	4.16
Modificación del enfoque en educación matemática del centro	3.12

En la Tabla 4 se observa que los participantes tienen una valoración alta del conocimiento tanto matemático como didáctico que les ha proporcionado el programa, quedando por debajo la valoración del impacto en el lugar de trabajo y la posibilidad de repercutir en el centro.

En este segundo cuestionario se pregunta qué tipo de formación interesaría en matemáticas. De los 312 participantes, se obtienen 222 respuestas que se categorizan con base en las necesidades expresadas (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Necesidades de formación*

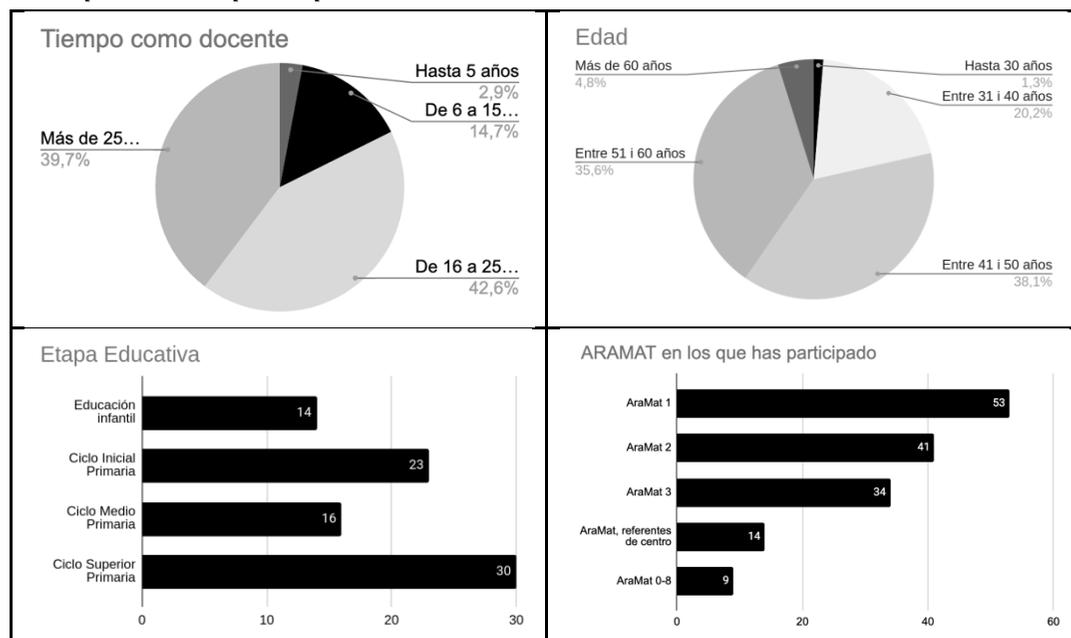
Más formación como la que ofrece ARAMAT	64
Formación en currículum y competencias	36
En uso de materiales	30
Formación en centro y para todo el claustro	29
Aprendizaje globalizado y uso de contextos	13
Formación en evaluación	10
Formación específica para educación infantil	8
Atención a la diversidad	8
Recursos, talleres	8
Observación en el aula	8
Problemas y retos	6

En la Tabla 5 se observa que, mientras una tercera parte de los participantes optan por continuar con más formación tal y como se está haciendo, otros añaden la necesidad de profundizar en aspectos competenciales y de currículum, el uso de materiales, llegar a todos los docentes o todo el centro, y aspectos que aparecen en menor medida, como el trabajo específico en infantil, recopilaciones de recursos, problemas, retos, trabajo globalizado y por proyectos.

Finalmente, se administra el tercer cuestionario para profundizar en la importancia que los docentes dan a la formación en matemáticas y cómo mejorarla. Este tercer cuestionario lo responden 68 docentes (Figura 5).

**Figura 5**

*Descripción de los participantes en el tercer cuestionario*



Sobre la formación en matemáticas (Tabla 6), no se muestran diferencias destacables entre las necesidades de los participantes. A la pregunta de “¿Qué bloque de contenido necesita más formación?” evaluada con una escala Likert 1-5, se obtienen resultados similares en promedio, y solo se destaca una pequeña diferencia en el sentido numérico, bloque en el que los docentes consideran que necesitan menos formación.

**Tabla 6**

*Necesidades de formación sobre contenidos*

	Promedio
Sentido Numérico	3.12
Sentido de la Medida	3.43
Sentido Estocástico	3.63
Sentido Espacial	3.65
Sentido Algebraico	3.72

En relación a la forma de mejorar la formación sobre matemáticas y su didáctica, queda claro que los docentes dan más importancia a la formación en centro y a la voluntad de los equipos directivos que a la formación individual o a otros recursos (Tabla 7).

**Tabla 7**

*Necesidades para mejorar la formación sobre matemáticas y su didáctica*

	Promedio
Para mejorar la enseñanza-aprendizaje de matemáticas es necesario que todos los maestros se formen de manera individual	3.52
Para mejorar.... es necesario ofrecer formación matemática al centro (formación en centro)	4.42
Para mejorar.... es necesario que una o más docentes del centro puedan ser referentes en matemáticas	4.21
Para mejorar... se necesita de la figura de asesores externos al centro (como los hay en TIC o lenguas)	3.94
Para mejorar... se necesita la voluntad y la implicación de los equipos directivos de los centros	4.63

Intentando buscar más concreción en esta cuestión, se pidió a los participantes que indicaran qué tipo de formación sería más necesaria, proponiendo que escogieran entre temas como las matemáticas en proyectos, atención a la diversidad, uso de material manipulativo, etc. En la Tabla 8 se ve que la diferencia en promedio de las demandas es mínima, pero se observa cómo la mayor necesidad es la atención a la

diversidad, seguida de la evaluación y, por último, se muestra menos interés en la formación TIC.

**Tabla 8**

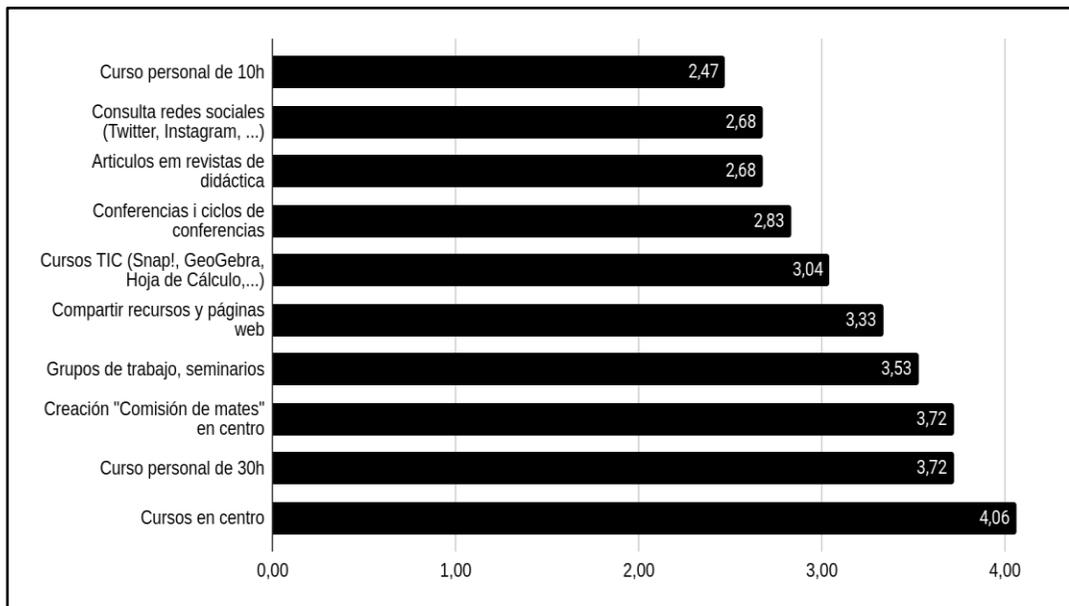
*Tipo de formación*

	Promedio
Cursos TIC (Snap!, GeoGebra, Hoja de cálculo, ...)	3.64
Las matemáticas en los proyectos	3.86
Uso de materiales en el aula	3.95
Evaluación	4.01
Inclusión/Atención a la diversidad	4.06

En relación al tipo de formación que se considera más efectiva (Figura 6), las respuestas de los participantes evidencian que las formaciones en centro y la creación de una “Comisión de Matemáticas”, o algún tipo de organización en centro, como personas referentes de matemáticas, grupos de trabajo o seminarios se valora más que otras opciones. También se observa que hace falta formación personal e intensa, ya que se priorizan más cursos de 30h en vez de acciones formativas más cortas, de 10h.

**Figura 6**

*Tipo de formación que se considera más efectiva*



## **Discusión y conclusiones**

En este artículo se ha descrito y analizado el impacto del programa de formación ARAMAT, un programa de formación continua del *Departament d'Educació* de la *Generalitat de Catalunya*.

A grandes rasgos, como se ha indicado, el programa ha sido diseñado a partir de los planteamientos del aprendizaje por indagación (Artigue & Blomhøj, 2013) y, adicionalmente, se ha tenido en cuenta también que sea una formación transformadora, en el sentido planteado por Alsina (2019) y Esteve y Alsina (en prensa), entre otros. Desde este marco teórico-metodológico, se pretendía que los docentes que han participado en el programa mejoraran tanto su conocimiento matemático (contenidos y procesos) como didáctico, considerando también la reflexión sistemática sobre la práctica. Para lograr este propósito, el modelo de formación del programa ARAMAT se ha ido revisando y afinando y, progresivamente, se ha ido integrando en la forma de ofrecer formaciones del CREAMAT. A grandes rasgos, las principales características son las siguientes: equilibrio entre formación matemática y didáctica; foco en los procesos; cursos conducidos por parejas de formadores, decidiendo y creando los contenidos conjuntamente; o bien, como señalan Esteve y Alsina, Á. (en prensa), partir de la práctica, reflexionar sistemáticamente sobre ella y reaprender poniendo al docente en el lugar del que aprende y experimenta.

De forma más concreta, cabe señalar que a partir de los datos que se han obtenido en los distintos cuestionarios, algunos docentes han manifestado que los primeros ARAMAT les resultaron “difíciles”, pero que a medida que han trabajado de este modo con sus alumnos han ido aprendiendo también ellos. Por tanto, han ido trasladando al aula la manera de hacer y han incorporado una manera de aprender que es diferente y mejor a la que vivieron ellos como alumnos en la escuela. Este es un dato muy relevante, que incide directamente en la transformación tanto del conocimiento matemático como didáctico de los docentes (Alsina, 2019). De acuerdo con este autor, a menudo la formación (inicial o continua) es rasa, de manera que después de la formación recibida, se siguen reproduciendo los mismos modelos con lo que aprendieron de pequeños. Parece, pues, que aprender haciendo se ha revelado como una forma eficaz de transformar el conocimiento profesional.

Otro aspecto relevante del programa ARAMAT ha sido la alta valoración de los formadores del programa. Como se ha señalado, uno de los aspectos exitosos del modelo formativo del programa ha sido que los cursos se han llevado a cabo por parejas de formadores para facilitar la observación y la experiencia. Sin embargo, cabe señalar que se necesita la implicación y complicidad de los formadores, por lo que desde el CREAMAT se asume que un papel importante es el acompañamiento y formación de los formadores, a la vez que es necesario también abrir esta formación a otros formadores de matemáticas que son externos al programa.

Respecto al impacto del programa en el centro y en el aula, todos los ítems han sido en general bien valorados, observándose una puntuación inferior en la percepción que tienen los docentes sobre la incorporación en el aula de lo aprendido. En los tres cuestionarios se ha seguido indagando en este aspecto, detectándose una cierta

evolución en las percepciones del profesorado. En concreto, se ha ido pasando de la conciencia de necesitar una formación personal a valorar la necesidad de un cambio a nivel de claustro, solicitando formación en centros e incluso dándose casos en que en las escuelas se ha creado una comisión de matemáticas, aspecto que se interpreta como un paso importante para que los cambios sean efectivos (Alsina, 2021). En este punto, cabe señalar que la demanda que hacen los docentes de que habría que extender la formación a todo el profesorado o al centro, contando con la implicación y participación de los equipos directivos, sigue siendo un tema conflictivo y no resuelto en la literatura, puesto que algunos autores manifiestan explícitamente que la formación continua se debería ofrecer únicamente al profesorado de matemáticas abierto a mejorar su tarea y dispuesto a implementar cambios (Alsina et al., 2019).

Una de las principales limitaciones del estudio realizado ha sido que los datos obtenidos únicamente se basan en la percepción de cambio en la propia manera de hacer en el aula por parte del profesorado y de la comparación de esta percepción respecto a las puntuaciones obtenidas en los cuestionarios. Para poder obtener resultados más objetivos, se debería ofrecer una formación determinada a gran escala como la que, por ejemplo, se ha propuesto en Francia con la implementación de la formación para todos los docentes de primaria en el plazo de tres años (Villani et al., 2018).

Como perspectivas de futuro, cabe señalar que, en los últimos tres cursos, algunos Servicios Territoriales en los que el programa ARAMAT se ha detenido a causa, en primer lugar, de la pandemia y, en segundo lugar, por estar a la espera de programas de formación de la *Subdirecció General de Currículum* alineados con la LOMLOE, los equipos de formadores han ofrecido formaciones de 5-6 sesiones a claustros de diferentes centros. Ofrecer este tipo de formación, aunque tal vez sería el más efectivo, precisa de la disponibilidad de amplios equipos de formadores en todo el territorio, tarea que no es fácil de conseguir porque resulta complejo llegar a todo el territorio y, al tratarse de docentes en activo, no siempre tienen disponibilidad para dedicarse a ello. En este sentido, será necesario seguir trabajando para conseguir una apuesta clara de las Administraciones educativas que permita diseñar e implementar planes de formación continua del profesorado de matemáticas que lleguen a todo el territorio y profesorado que lo requiera.

### **Conflicto de intereses**

Los autores declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### **Referencias**

- Alsina, Á. (2019). Hacia una formación transformadora de futuros maestros de matemáticas: avances de investigación desde el modelo realista-reflexivo. *Unipluriversidad*, 19(2), 60–79. <https://doi.org/10.17533/udea.uniopluri.19.2.05>
- Alsina, Á. (2021). ¿Cómo definir una línea metodológica en el área de matemáticas?: Tomando decisiones en la escuela. *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 4(2), 21–39.
- Alsina, Á., Maurandi-Lopez, A., Ferre, E., y Coronata, C. (2021). Validating an Instrument

- to Evaluate the Teaching of Mathematics Through Processes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 559–577. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10064-y>
- Alsina, C., Aubanell, A. y Burgués, C. (2019). *Tres professors de matemàtiques. Com fer estimar i aprendre bé les matemàtiques*. Rosa Sensat.
- Artigue, M. (2017). ¿Qué es la educación matemática basada en la indagación? *La Gaceta de la RSME*, 20(3), 593–609.
- Artigue, M., y Blomhøj, M. (2013). Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45, 797–810. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0506-6>
- Blanco, L. J. (2001). La formación inicial del profesorado de primaria desde la educación matemática. Retos actuales y desde siempre. *Campo Abierto. Revista Educación*, 19(1), 145–161.
- Boghossian, P. (2006). Behaviorism, constructivism, and Socratic pedagogy. *Educational Philosophy and Theory*, 38(6), 713–722. <https://doi.org/10.1111/j.1469-5812.2006.00226.x>
- CREMAT (2016). Saber matemàtiques. Ensenyar matemàtiques. *Revista NouBiax*, 39, 116–121.
- CREMAT (2022). AraMat. Saber-ne més per ensenyar-les millor. *Web CESIRE*. <https://serveiseducatius.xtec.cat/cesire/panoramica/formacio-del-professorat-de-matematiques/>
- CREMAT (2023). Valoracions de les formacions ARAMAT. *Web CESIRE*. <https://serveiseducatius.xtec.cat/cesire/recurs-eco2/valoracions-de-les-formacions-aramat-2013-20120/>
- Esteve, O. (2018). Concept-based instruction in teacher education programs in Spain as illustrated by the SCOPA-mediated Barcelona formative model. En J. P. Lantolf, M. E. Poehner, y M. Swain (Eds.), *The Routledge handbook of sociocultural theory and second language development* (pp. 487–504). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315624747>
- Esteve, O y Alsina, Á. (2020). Más allá del PowerPoint: promoviendo el aprendizaje activo en la formación de maestros no presencial. *Papeles de Trabajo sobre Cultura, Educación y Desarrollo Humano*, 16(3), 1–14.
- Esteve, O., y Alsina, Á. (en prensa). ¿Cómo hay que replantear el binomio teoría-práctica? En O. Esteve y Á. Alsina (Eds.), *Hacia una formación inicial y continua de docentes transformadora: estrategias metodológicas para los formadores*. Narcea.
- López Beltrán, M. (Coord.), Albarracín, L., Ferrando, I., Montejo-Gámez, J., Ramos, P., Serradó, A., Thibaut, E., y Mallavibarrena, R. (Coord. de los dos bloques de educación) (2020). La educación matemática en las enseñanzas obligatorias y el bachillerato, en D. Martín (Coord. General) y T. Chacón, F.G. Curbera, F. Marcellán y M. Siles (Coord.), *El Libro Blanco de las Matemáticas* (pp. 1–94). Editorial Centro de Estudios Ramón Areces, S.A.
- Mayer, R. E. (2004). Should there be a three-strikes rule against pure discovery learning? The case for guided methods of instruction. *American Psychologist*,

- 59(1), 14–19. <https://doi.org/10.1037/0003-066x.59.1.14>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (MEFP) (2022). *Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*. MEFP. <https://bit.ly/3MWOjuA>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte (2012). *TEDS-M. Estudio internacional sobre la formación inicial en matemáticas de los maestros. Informe español*. [https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f\\_codigo\\_agc=15408](https://sede.educacion.gob.es/publiventa/descarga.action?f_codigo_agc=15408)
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM] (2000). *Principles and standards for school mathematics*. NCTM
- Pozo, J.I., Scheuer, N., Pérez Echeverría, M.P., y Martín (2006). *Nuevas formas de pensar la enseñanza y el aprendizaje. Las concepciones de profesores y alumnos*. Graó.
- Santaengracia, J. J., Rodríguez-Muñiz, L. J., y Palop, B. (2023). Una situación de aprendizaje para el desarrollo del sentido estocástico en Educación Primaria. *Números, Revista de Didáctica de las Matemáticas* 113, 63–80.
- Stetsenko, A. (2017). *The transformative mind: Expanding Vygotsky's approach to development and education*. Cambridge University Press.
- Tejada, J., y Ferrández, E. (2012). El impacto de la formación continua: claves y problemáticas. *Revista Iberoamericana de Formación*, 58(3), 1–14.
- Villani, C., Torossian, C., y Dias, T. (2018). *21 mesures pour l'enseignement des mathématiques*. <http://hdl.handle.net/20.500.12162/1695>

## La modelización matemática en la formación del profesorado: experiencias con los REI-FP para educación primaria

Berta BARQUERO

Datos de contacto:

Berta Barquero  
Profesora Agregada  
[bbarquero@ub.edu](mailto:bbarquero@ub.edu)

Recibido: 07/04/2023  
Aceptado: 04/07/2023

### **RESUMEN**

Este trabajo describe y analiza una propuesta de formación inicial del profesorado de primaria basada en los *Recorridos de Estudio e Investigación para la Formación del Profesorado* (REI-FP), presentados en el marco de la teoría antropológica de lo didáctico (TAD). Nos centramos en un estudio de caso de un curso de Didáctica de la Matemática II de último curso del Grado de educación primaria de la Universitat de Barcelona. Este curso se compone de distintos REI-FP, para ir abordando cuestiones de la profesión relativas la enseñanza de la modelización matemática. Escogemos, en particular, uno de los tres REI-FP denominado *La caja de la pastelera*. Los informes entregados a lo largo de las actividades formativas, así como una encuesta distribuida al profesorado en formación al finalizar la asignatura (con un total de 257 respuestas), nos permite describir y analizar, en primer lugar, las cuestiones profesionales abordadas y las actividades de formación específicas que se planean, así como la transferencia de las herramientas de análisis y diseño. En segundo lugar, el análisis de las encuestas nos permite complementar los resultados con la valoración y opinión, por parte de los participantes, sobre los distintos módulos y actividades del REI-FP, así como el uso y utilidad de las herramientas transferidas. El trabajo concluye resaltando las principales estrategias de formación empleadas lo largo del REI-FP, para avanzar en el cuestionamiento, análisis y diseño de actividades de modelización en la etapa educativa de primaria.

**PALABRAS CLAVE:** Modelización matemática; Formación inicial; Primaria; Teoría Antropológica de lo Didáctico; Recorridos de Estudio e Investigación.

## ***Mathematical modelling in teacher education: experience with the SRP-TE in primary school education***

### **ABSTRACT**

This paper describes and analyses a proposal for primary school preservice teacher education based on the Study and Research Paths for Teacher Education (SRP-TE), emerged within the framework of the anthropological theory of the didactic (ATD). We focus on a case study of a course about Didactics of Mathematics II in the last year of the Education Degree on Primary school level, at the University of Barcelona. This course is composed of different SRP-TE, to address professional questions related to the teaching of mathematical modelling. We have chosen one of the three SRP-TE called *The cake box*. The reports submitted during the training activities, as well as a survey distributed to the trainee teachers at the end of the course (with a total of 257 responses) are taken as main empirical data. They allow us to describe and analyse, firstly, the professional questions addressed, and the specific training activities planned, as well as the transfer of analysis and design tools. Secondly, the analysis of the surveys allows us to complement the results with the participants' assessment and opinion on the different modules and activities of the SRP-TE, as well as the use and usefulness of the transferred tools. The paper concludes by highlighting the main training strategies implemented throughout the SRP-TE to progress in the questioning, analysis and design of modelling activities at primary school level.

**KEYWORDS:** Mathematical modelling; Preservice teacher education; Primary school; Anthropological Theory of the Didactic, Study and Research Paths.

### **Introducción**

La investigación en educación matemática se ha caracterizado, en las últimas décadas, por la importante difusión de propuestas de educación basadas en la investigación (inquiry-based education) (Artigue & Blomhøj, 2013). En este trabajo nos centramos, más concretamente, en el ámbito de investigación conocido como “Aplicaciones y modelización” el cual ha cobrado un gran impulso en la comunidad internacional de investigación en educación matemática, acompañado de diversas reformas curriculares (Blum, 2002; 2015). Con la incorporación curricular de las competencias —muy presente en las distintas reformas curriculares en Europa— la competencia de *modelización matemática* desempeña un papel decisivo, contemplándose entre una de las competencias asociadas a la disciplina matemática. El caso del currículum en España no es una excepción y la modelización matemática se ha asociado fuertemente a la *resolución de problemas* como uno de los ejes centrales que se promueve y estructura las propuestas curriculares en el ámbito matemático.

Algunas de las herramientas, desarrolladas en la investigación educativa, se han difundido e integrado en recientes reformas curriculares. Más concretamente, algunas

de las versiones del denominado “ciclo de modelización” (Blum & Leiß, 2007; Borromeo Ferri, 2010) se consideran la base conceptual del programa PISA para promover la alfabetización matemática, como se explicita, por ejemplo, en las publicaciones de la OECD:

“La alfabetización matemática es la capacidad de un individuo para razonar matemáticamente y para formular, utilizar e interpretar las matemáticas con el fin de resolver problemas en diversos contextos del mundo real [...]. El ciclo de modelización (formular, usar, interpretar y evaluar) es un aspecto central de la concepción de PISA de la alfabetización matemática de los estudiantes [...]” (OECD, 2018, pp. 75-76).

A pesar de los esfuerzos por hacer de la modelización matemática una actividad bien establecida en los distintos niveles educativos, numerosas investigaciones ponen de relieve la existencia de fuertes limitaciones a la difusión generalizada de la matemática como herramienta de modelización (Burkhardt, 2006; Barquero et al., 2018). En esta línea, distintas investigaciones se han centrado en el papel del profesorado como actor decisivo para promover un cambio de paradigma más favorecedor para la enseñanza de la modelización, sobre todo cuando este cambio viene apoyado por la investigación educativa (Swan et al., 2013). En el desarrollo del ámbito de investigación en modelización, distintas investigaciones han puesto el foco en el papel del profesorado, sus creencias, dilemas u obstáculos cuando diseñan e implementan actividades de modelización (Kaiser et al., 2010; Blomhøj & Kjeldsen, 2006, entre otros), así como la formación específica que necesitan para poder afrontar su puesta en marcha en las aulas. En el marco de la teoría antropológica de lo didáctico (TAD, en adelante), en el que basamos este trabajo, el estudio de las condiciones y restricciones que favorecen o limitan el papel de la modelización se inscribe en una problemática más amplia de cambio de paradigma escolar considerando, de forma indisoluble y prioritaria, la formación del profesorado en esta transición entre paradigmas.

## **Marco teórico**

Desde la perspectiva de la TAD, muchas de las restricciones para una enseñanza funcional de la matemática como herramienta de modelización, se derivan del paradigma pedagógico de *visita de las obras* (Chevallard, 2015) aún muy dominante en la actualidad. Este autor describe la necesidad de un cambio o transición entre paradigmas: del paradigma de *visitas las obras*, cuyo objetivo de enseñanza se describe a través del conjunto de obras y saberes que los docentes deben presentar a los estudiantes, al paradigma de *cuestionamiento del mundo*. En este último paradigma, los saberes a enseñar se asocian al estudio de cuestiones relevantes, donde las matemáticas se interpretan como una herramienta de modelización de sistemas extra-intra-matemáticos en los que emergen estas cuestiones (Barquero et al., 2011; García et al., 2006). En este nuevo paradigma, la visita de las obras no desaparece, pero queda supeditada a otro fin: el estudio de cuestiones y el papel de las matemáticas como herramientas de modelización de los sistemas donde dichas cuestiones emergen.

Un instrumento clave para estudiar esta transición entre paradigmas, aparece con

la propuesta de los *recorridos de estudio e investigación* (REI) (Bosch, 2018; Chevallard, 2015). Un REI parte de una cuestión abierta, llamada cuestión generatriz, que se debe investigar. Esta debe tener fuerte poder generador de cuestiones derivadas, el estudio de las cuales va a conducir a la construcción de nuevos saberes y herramientas matemáticas para la elaboración de respuestas. Los REI corresponden a dispositivos de enseñanza propios del paradigma de cuestionamiento del mundo. De forma inseparable al estudio de condiciones y restricciones para el diseño, implementación y difusión de la modelización matemática en las aulas (en particular, a través de los REI), se debe afrontar la necesidad de plantear la formación del profesorado en esta transición entre paradigmas.

Investigaciones recientes en el marco de la TAD plantean la necesidad de basar la formación y el desarrollo profesional del profesorado en el estudio de cuestiones problemáticas que surjan de la práctica profesional (Bosch & Gascón, 2009; Ruiz-Olarría, 2015). Con ello, se persigue que el proceso de formación permita vincular los nuevos conocimientos, fruto de la investigación educativa, con la realidad del aula y que aparezcan como herramientas para analizar y resolver cuestiones propias de la profesión, más que como un conjunto de técnicas y saberes más o menos dogmáticos. Al mismo tiempo, los conocimientos didácticos pueden utilizarse para cuestionar tanto los contenidos curriculares como sus formas de enseñanza, permitiendo así al profesorado en formación formular nuevas cuestiones sobre su *quehacer* docente.

Estas asunciones se materializan en una metodología de formación designada como los *recorridos de estudio e investigación para la formación del profesorado* (REI-FP en adelante) experimentada inicialmente en Sierra (2006) en el caso de la formación inicial del profesorado de infantil y primaria y desarrollada en Ruiz-Olarría (2015) para la formación inicial del profesorado de matemáticas de secundaria.

En este trabajo, utilizaremos la propuesta de los REI-FP como dispositivos de formación inicial del profesorado para abordar problemáticas relativas a la modelización matemática. Nuestro objetivo es ilustrar el tipo de formación impartida, cómo esta se estructura en torno a distintos REI-FP que componen el curso, así como las estrategias y dispositivos de análisis que los formadores y estudiantes elaboran para cuestionar, analizar y diseñar actividades de modelización. Las cuestiones de investigación que planteamos en este trabajo se pueden formular en los términos siguientes: *¿Qué cuestiones de la profesión y qué estrategias de formación se desarrollan en REI-FP sobre el diseño, implementación y análisis de actividades de modelización? En particular, ¿qué actividades se planean y qué herramientas de análisis y diseño se transfieren al profesorado en formación durante los REI-FP? ¿Cómo adoptan, usan y valoran estas herramientas el profesorado en formación?*

## **Los Recorridos de Estudio e Investigación para la formación del profesorado**

En el presente trabajo, partimos de la estructura general de los REI-FP (como se propone en Ruiz-Olarría, 2015), que se estructura en cinco grandes módulos (ver Figura 1).

**Figura 1**

Estructura de un REI-FP (adaptado de Ruiz-Olarría (2015)).



El *módulo 0* se inicia introduciendo una cuestión abierta que proviene de la propia profesión docente y relativa a ciertos saberes matemáticos a ser enseñados —por ejemplo: *¿Por qué y cómo enseñar modelización en primaria? ¿Por qué enseñar estadística?*, entre otras muchas posibles. Se invita al profesorado en formación a que busquen respuestas disponibles a dicha cuestión en diferentes medios disponibles (libros, materiales escolares, currículum, artículos de investigación, etc.). Este primer módulo abre y cierra el REI-FP, abordando aspectos parciales en los módulos siguientes.

El *módulo 1* consiste en proponer que el profesorado viva una actividad matemática —por lo general, basada en la propuesta de un REI—, similar al que podría existir en el aula. El principal objetivo es que el profesorado en formación experimente en su propia piel una actividad matemática poco tradicional, que podría existir bajo ciertas condiciones escolares y con la que no esté del todo familiarizados. Además, se persigue construir un medio compartido, suficientemente rico, entre profesorado y formadores para analizar lo ocurrido (en módulos posteriores).

El *módulo 2* se centra en el análisis colectivo del REI que viene de ser experimentado. Es en este módulo cuando los formadores presentan herramientas específicas matemático-didácticas para el análisis del REI, tanto para el análisis matemático (*¿qué matemáticas están involucradas? ¿qué proceso de modelización se ve desarrollado?*), como para el análisis didáctico (*¿qué gestión del tiempo se ha realizado? ¿qué responsabilidades se han asumido? ¿a través de qué estrategias de enseñanza?*).

El *módulo 3* se focaliza en el diseño de una posible adaptación del REI

experimentado previamente, por parte del profesorado en formación. Este diseño adopta la forma de una “guía didáctica” lo más cercana posible a su práctica profesional. Por lo general, se pide que, para su elaboración, se incluya el análisis matemático *a priori* de la actividad (comentaremos, a continuación, algunas de las herramientas transferidas para dicho análisis) y análisis didáctico *a priori* (especificando los objetivos matemático-didácticos para el docente y para los estudiantes, detalles sobre la gestión del tiempo, del medio empírico y previsión del *topos* (roles y responsabilidades) de los estudiantes y del profesorado).

El *módulo 4* incluye la puesta en práctica en un centro escolar y el análisis *in vivo* de la experimentación. Los docentes deben implementar su propuesta, a partir de los diseños o análisis *a priori* elaborados previamente y desarrollar su análisis durante la propia implementación. Este módulo concluye con el análisis *a posteriori* de la implementación, que puede ser individual y/o grupal según cómo se hayan desarrollado las implementaciones. Este último módulo se dedica a compartir experiencias y reflexionar sobre las condiciones creadas y las limitaciones encontradas durante la implementación.

Las actividades específicas propuestas en cada módulo del REI-FP dependen de las cuestiones de la profesión que se aborden de partida y del contexto particular de formación del profesorado. Investigaciones previas en el ámbito de la TAD han diseñado y experimentado diferentes tipos de REI-FP, algunos contemplando todos los módulos, otros centrándose sólo en algunos de estos. Barquero et al. (2019) presentan una panorámica de diferentes REI-FP implementados en la formación inicial y continuada del profesorado de primaria, secundaria o universitario.

Este artículo se centra en la experiencia de un curso obligatorio de formación en didáctica de la matemática de último año del Grado de educación primaria de la Universitat de Barcelona. Con la selección de este caso, nos proponemos mostrar cómo los REI-FP han servido para estructurar una asignatura completa, que lleva implementándose desde el curso 2016-17 hasta la actualidad. A partir de ciertas cuestiones de la profesión y de las correspondientes cuestiones derivadas en los distintos módulos del REI-FP, mostraremos cómo las actividades planeadas nos han permitido transferir algunas herramientas provenientes de la investigación en didáctica de la matemática a la formación del profesorado. Algunas de las cuestiones abordadas durante los distintos módulos tratan sobre cómo analizar y describir los saberes matemáticos en distintas situaciones didácticas, en particular aquellas que involucran la modelización, cómo analizar la actividad matemática generada, cómo diseñar matemática y didácticamente situaciones, entre otras.

## ***Diseño de un curso para la formación del profesorado de primaria***

El curso de Didáctica de la Matemática II (DMII, en adelante) se imparte durante el primer semestre de 4<sup>º</sup> año del grado de primaria (6 ECTS, con 4h semanales de

docencia). A diferencia de cursos anteriores, los cuales establecen un bloque de saberes matemáticos concretos a desarrollar (numeración, estadística, medidas, geometría), en el caso de la asignatura de DMII el foco es el estudio de herramientas para el análisis, diseño y evaluación de la actividad matemática. El plan docente del curso se compone de cuatro grandes bloques: los dos primeros dedicados a herramientas curriculares para el análisis, programación y evaluación de la matemática a nivel de primaria; el tercero centrado en la transferencia de herramientas, desde la investigación-innovación, para el análisis, gestión y diseño de actividades matemática; y, el cuarto, transversal a los bloques anteriores, sobre modelos de enseñanza y aprendizaje en un cambio de paradigma para la enseñanza de las matemáticas.

Cada año, esta asignatura la cursa una totalidad de 8 grupos de entre 40-55 estudiantes (6 en turno de mañana y 2 de tarde). Nos centramos en dos de estos grupos de la asignatura cuya formadora es la autora de este trabajo. Cada docente de la asignatura, dentro de la flexibilidad del plan docente, imparte el conjunto de actividades que mejor cubren los distintos bloques, teniendo en común la realización de dos pruebas individuales (60% de la calificación final de la asignatura) y la elaboración de un trabajo final de asignatura que trata del diseño de una secuencia de actividades o proyecto matemático o interdisciplinar para la etapa de primaria (20%). El restante 20% de la calificación se dedica a la entrega de informes referentes al conjunto de actividades prácticas que componen el curso.

En el caso de los grupos en los que aquí nos centramos, la asignatura se ha diseñado en base a tres REI-FP que componen la totalidad del curso. En la Tabla 1 se resumen cada una de las cuestiones profesionales de la que parte cada REI-FP, así como la duración total y los módulos que se desarrollan. El primer REI-FP, denominado *La moda no da la talla*, parte de la vivencia de un REI sobre qué tipo de relaciones se siguen para establecer el tallaje de camisetas. Dicha vivencia se usa para analizar qué tipología de saberes curriculares (matemáticos y extra-matemáticos) intervienen en esta actividad de modelización, qué conexiones se establece entre distintos bloques de contenidos (organización de datos sobre el tallaje de camisetas, construcción de modelos de proporcionalidad aritmética y geométrica, validación de los modelos con los datos reales, entre otros).

El segundo REI-FP parte de la cuestión sobre cómo introducir la inferencia estadística en primaria, cómo promover la dimensión experimental y el estudio de la variabilidad en el aula y cómo evaluarla. Se parte de la vivencia de un REI denominado *¿Qué se esconde dentro de la botella?* (REI adaptado de la propuesta por Brousseau et al., 2002) que trata sobre la formulación de hipótesis sobre cuál es el contenido oculto de una botella, solamente pudiendo registrar visualizaciones sobre los objetos que se esconden (por ejemplo, bolas de distintos colores), sin poder nunca acceder a su contenido real. Posteriormente a la vivencia de este REI, se propone al profesorado en formación una doble tarea. En primer lugar, analizar la tipología de saberes que intervienen (basándonos en el currículum y extendiendo las nociones y terminología

estadísticas más allá de la existente en los currículos). En segundo lugar, trabajar en el diseño de herramientas de evaluación para poder valorar los recorridos seguidos por los grupos de clase. Este análisis y evaluación se complementa presentando experiencias en el aula de primaria con el mismo REI (Granell & Barquero, 2019). Estas se presentan a partir de extractos de informes del alumnado de primaria o a través de filmaciones de las sesiones de clase.

**Tabla 1**

*Relación de REI-FP que componen el curso*

	Cuestión generatriz	REI previo	Módulos	Duración
1	¿Qué saberes se ven involucrados en una actividad de modelización en la búsqueda de relaciones aritméticas y geométricas?	Sí, en formación de profesorado: <i>La moda no da la talla.</i>	0-2	12h
2	¿Cómo introducir la estadística inferencial en primaria? ¿Cómo evaluar este tipo de actividades en el aula?	Sí, en primaria: <i>¿Qué se esconde dentro de la botella?</i>	0-2	12h
3	¿Cómo analizar, diseñar y gestionar la modelización matemática en primaria?	Sí, en primaria: <i>La caja de la pastelera</i>	0-3	18h

En último lugar, el curso termina con la implementación del tercer REI-FP que parte de la cuestión generatriz sobre: *¿cómo analizar, diseñar y gestionar la actividad de modelización en el aula de primaria?* Este REI-FP persigue articular los aspectos trabajados previamente (análisis, evaluación, entre otros) y combinarse con el desarrollo del trabajo final de la asignatura sobre el diseño de una propuesta didáctica (módulo 3, con la adaptación de algunos de los REI experimentados para el aula de primaria). Todo este trabajo, elaborado durante todo el curso, permite de hecho elaborar progresivamente una respuesta a la cuestión generatriz de este tercer REI-FP. Este último REI-FP persigue transferir al profesorado herramientas más específicas para el análisis y diseño matemático y didáctico de propuestas de modelización. Por ejemplo, la introducción de terminología específica sobre modelización, la transferencia y puesta en uso de los *mapas de cuestiones y respuestas* (Florensa et al., 2021; Winsløw et al., 2013), o la elaboración de guías didácticas con aspectos acordados sobre: la gestión de los momentos y tiempo didáctico (*cronogénesis*), cambios y gestión del contrato didáctico (*topogénesis*) y gestión del medio empírico (*mesogénesis*).

En este trabajo nos centramos más específicamente en este último REI-FP, que denominamos *La caja de la pastelera*, para abordar nuestras preguntas de

investigación. En la primera sección de los resultados, vamos a explicar brevemente en qué han consistido las actividades desarrolladas por el profesorado en formación. Para ello, partimos del análisis cualitativo de los informes elaborados por los estudiantes, tanto durante la vivencia del REI (módulo 1) como en su análisis (módulos 2). En la segunda sección, nos centramos en el análisis de los cuestionarios distribuidos al finalizar los cursos (del 2016-17 al 2019-20), con una totalidad de 257 respuestas. Con ello, nos proponíamos conocer la valoración tanto de la composición y dinámica del curso, como de su experiencia en los distintos módulos de los REI-FP.

## **Resultados**

### **Resultados sobre la implementación del REI-FP**

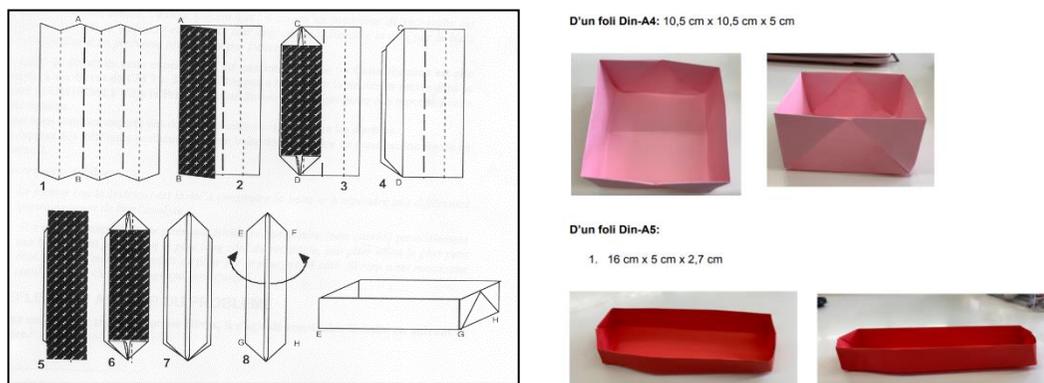
**Módulo 0: Devolución de la cuestión profesional como punto de partida.** Este REI-FP se inicia con la presentación, por parte de la formadora, de la cuestión sobre: *¿cómo analizar, diseñar y gestionar la actividad de modelización en el aula de primaria?* Se pide a los estudiantes que analicen qué primeras respuestas encuentran en medios disponibles como los currículos de primaria, libros de texto, material de otras asignaturas, entre otros posibles. Después de esta primera búsqueda, se inicia la vivencia (módulo 1), el análisis (módulo 2) y el diseño (módulo 3) a lo largo de los siguientes módulos de este REI-FP. El trabajo que se narra a continuación, junto con la elaboración del trabajo final de la asignatura sobre el diseño de una situación didáctica, persiguen elaborar progresivamente una respuesta, en cada paso más completa, a la cuestión profesional de partida.

**Módulo 1: Vivencia del REI sobre *La caja de la pastelera*.** Durante la implementación de este REI, los profesores en formación, bajo el rol de estudiantes, trabajan en grupos de 3-5 personas y se pide que, al finalizar cada sesión, entreguen grupalmente un informe del trabajo realizado. En este informe se deben especificar, con esta estructura: *¿qué cuestiones se han abordado? ¿qué modelos se proponen? ¿qué resultados se obtienen? ¿qué nuevas cuestiones se proponen para seguir?*

El primer módulo, se inicia con la presentación de la situación —situación adaptada de la propuesta por Chappaz y Michon (2003) y Ruiz-Higueras (2008)—donde una pastelera necesita ayuda para empaquetar sus pasteles y desea utilizar un tipo de caja concreto (ver Figura 2). El punto de partida de la actividad trata sobre *¿qué cajas tenemos que construir para ayudar a la pastelera? ¿cuál es la relación entre las dimensiones del material inicial (folios o cartulinas) y las dimensiones de la caja resultante?* A partir de estas cuestiones iniciales, la actividad se estructura en tres fases en función de aquellas variables (dimensiones folios, dimensiones cajas o dimensiones productos a empaquetar) que se asuman como dadas o como desconocidas.

## Figura 2

Proceso de construcción de cajas (imagen derecha, Chappaz & Michon (2003, p. 32) y cajas obtenidas (imagen izquierda) según plegado sobre ancho o largo del folio



A continuación, resumimos el trabajo de modelización realizado explicando el sistema estudiado, ejemplos de cuestiones que alimentaron la actividad de modelización y la tipología de los modelos matemáticos que emergieron. Una descripción más detallada de los sistemas y modelos y de su evolución puede leerse en el trabajo previo (Barquero et al., 2022).

*Fase 1:* Se supone que las dimensiones del folio de partida (ancho y largo) vienen dadas. Esta primera fase se centra en indagar ¿cuáles son las dimensiones de las cajas resultantes a partir de estos folios? Los estudiantes empiezan considerando algunos casos e investigan cuestiones sobre, por ejemplo, ¿cuáles son las dimensiones de la caja que se obtiene a partir de un DIN-A4? Si tomamos un DIN-A5 (medio A4), ¿obtenemos una caja cuyas medidas son la mitad de la caja anterior?, entre otras cuestiones.

Esta fase se caracteriza por la riqueza del trabajo experimental que se desarrolla y de los modelos iniciales, manipulativos y de medida, con los que se trabaja. Estos primeros modelos (M1) se caracterizan por la construcción de cajas y la medición de las distintas longitudes de las cajas resultantes (ancho, largo y alto). Además, los estudiantes distinguen entre dos familias de cajas, aquellas construidas realizando el plegado sobre el largo o sobre el ancho del folio (ver Figura 2, lado izquierdo) y empiezan a formular las primeras hipótesis sobre posibles relaciones entre medidas folio-caja (por ejemplo, “considerar la mitad del folio, no lleva a obtener la mitad de la caja”, “a partir de folios cuadrados, no obtenemos cajas de base cuadrada”, “la altura difícilmente se puede escoger”, etc.).

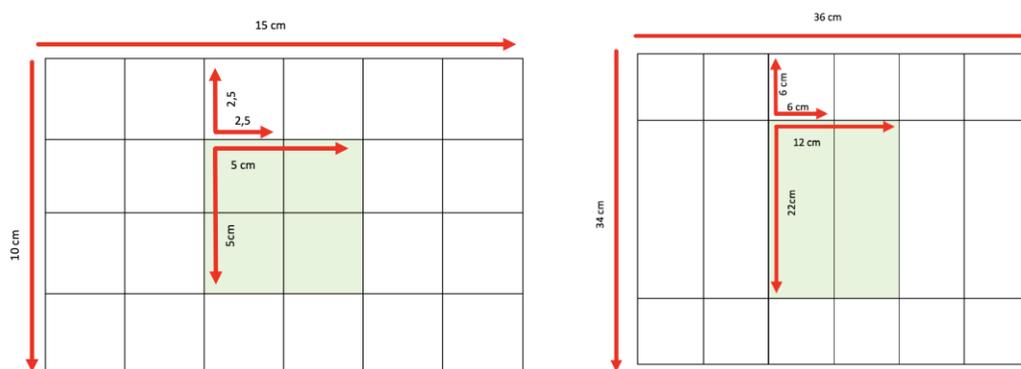
*Fase 2:* Suponemos ahora que buscamos cajas con ciertas dimensiones dadas. En esta segunda fase la formadora plantea la cuestión sobre cuáles deben ser las dimensiones iniciales del folio necesario para construir una caja con dimensiones dadas. Los estudiantes empiezan por considerar casos particulares de cajas y abordar cuestiones derivadas del tipo: ¿qué dimensiones de folio necesitamos para obtener una caja con dimensiones 6 cm x 13 cm x 5 cm?, ¿cómo obtenemos cajas con base cuadrada: 5 cm x 5 cm o 8 cm x 8 cm? ¿cómo podemos modificar el folio para obtener cajas con la

misma base, pero diferentes alturas?

Frente a estas cuestiones, muchos de los grupos suelen considerar modelos algorítmicos, expresados mediante “reglas de tres” (M2), que resultan erróneos. Las respuestas que M2 proporcionan pueden ser invalidadas, por los propios estudiantes, mediante la construcción misma de las cajas. A partir de aquí, los grupos suelen buscar otros modelos que, en muchas ocasiones, se derivan de analizar la caja desplegada (ver ejemplo en la Figura 3). El análisis geométrico de la caja les permite describir y formalizar las relaciones entre las distintas longitudes. Al finalizar esta fase, la mayoría de los grupos abandonan los modelos más iniciales (M1, M2) y pasan a considerar otra tipología de modelos. Los más habituales son los geométrico-numéricos, a partir del desplegado de la caja y la descripción numérica de las relaciones (M3, ver Figura 3 con fragmento de informe de un grupo de clase), o bien, describen las relaciones entre longitudes folio-caja pre-algebraicamente (M4, descripción narrativa de las relaciones entre longitudes caja-folio) o algebraicamente (M5, ver ejemplo en Figura 5) prescindiendo del objeto caja plegada o desplegada.

### Figura 3

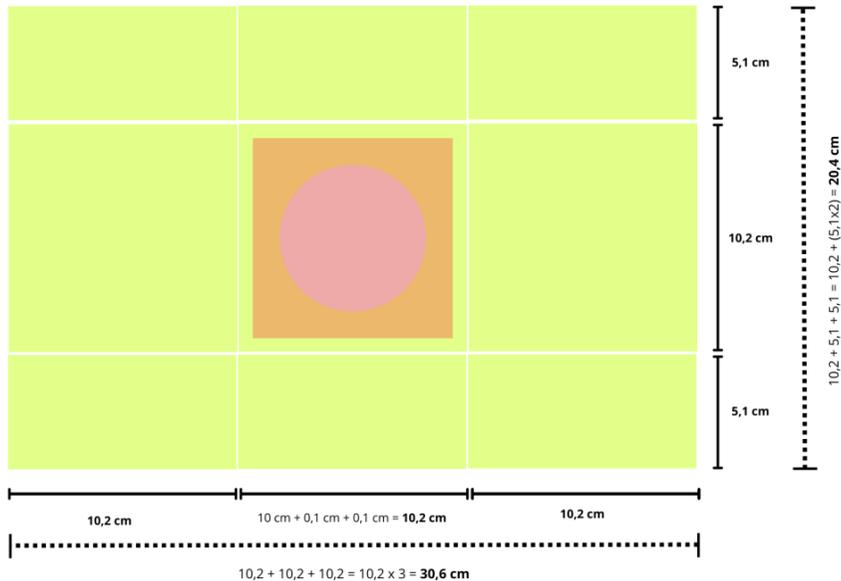
*Fragmento de informe con la propuesta del modelo geométrico con desplegado de caja*



*Fase 3:* Llegados a esta fase, se propone ahora responder a la demanda de la pastelera, que lleva a la formadora a entregar las medidas reales de diversos productos que se quieren empaquetar (pasteles, turrónes, etc.). Además, en esta fase, les pide que añadan una tapa a cada caja, construida con el mismo patrón, para empaquetar adecuadamente estos productos. En esta fase, no suele haber mucha evolución de los modelos usados (en caso de que el grupo esté usando modelos del tipo M3, M4 o M5). Esta fase se caracteriza principalmente por estudiar la validez y limitaciones de estos modelos. En la Figura 4 se muestra la propuesta de respuesta de un grupo, en el caso de un pastel redondo de 8 cm de diámetro, para el que proponen una caja de base cuadrada (10 cm x 10 cm) y una tapa de base cuadrada con 10.2 cm de lado. Se puede apreciar cómo, con el uso de modelos geométrico-numéricos (M3), concluyen sobre las dimensiones de los folios necesarios.

**Figura 4**

*Fragmento de informe para deducir las dimensiones de la caja base y de su tapa para un pastel de 8 cm de diámetro*



En la Figura 4 se muestra un ejemplo de respuesta elaborada por un grupo en el que los estudiantes utilizan modelos geométrico-numéricos (M3) para la construcción de la caja base y de la caja tapa. Como hemos comentado, en esta última fase, pueden convivir modelos de distinta tipología (M3, M4 o M5, entre otros posibles). Es habitual que algunos de los grupos acaben generalizando las relaciones folio-caja con modelos algebraicos, como las que propone el grupo que se muestra en la Figura 5. En este caso, se denomina  $x$  e  $y$ , el ancho y largo del folio;  $xb$  e  $yb$  las dos longitudes de la base de la caja y  $z$  su altura, con ello establecen las relaciones algebraicas que vinculan las dimensiones del folio con las de la caja, según las posibles dos orientaciones de los pliegues. Si los pliegues son paralelos al ancho del folio (traducción Figura 5, imagen derecha):

Entonces sabemos que:  $xb = x/3$ ,

también observamos que la altura de la caja corresponde a  $x/6$

Entonces sabemos que:  $z = x/6$

Finalmente, observamos que el ancho de la caja es igual al ancho del folio menos dos veces la altura de la caja. Entonces:  $yb = y - x/6 - x/6$

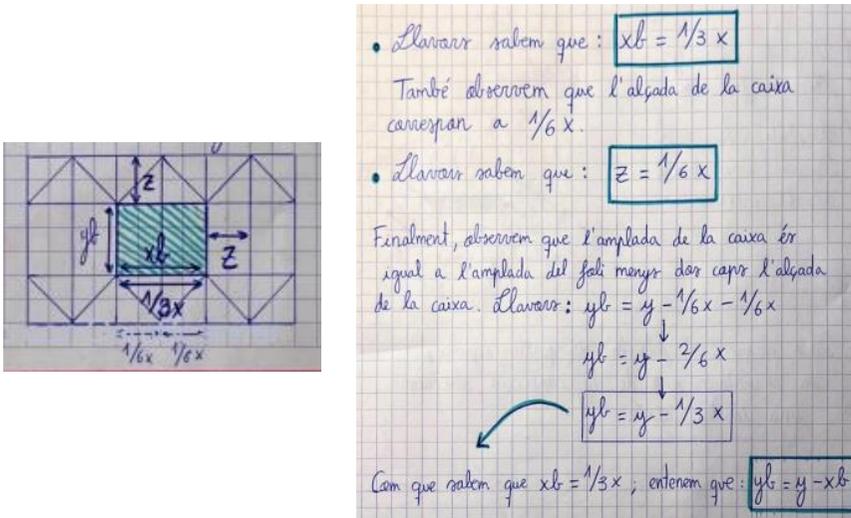
$$yb = y - 2x/6$$

$$yb = y - x/3$$

Como sabemos que  $xb = x/3$ , entendemos que:  $yb = y - xb$

**Figura 5**

*Fragmento del informe con el uso de modelo algebraico y la generalización de relaciones*



**Módulo 2: Análisis de la actividad de modelización.** En este segundo módulo, se pide a los participantes que asuman un nuevo rol, el de *analistas matemáticos y didácticos*. Asumir este rol conlleva adentrarse en el análisis matemático y didáctico del proceso de modelización y recorrido que recién han experimentado, así como la gestión de aula por parte de la formadora y de los grupos de trabajo. El conjunto de informes que han elaborado por grupos, los debates en clase y las presentaciones de la formadora constituyen un medio suficientemente rico (es decir, con suficiente información y elementos compartidos para ser analizados) para emprender el análisis del REI vivido. Debemos notar, como hemos comentado previamente, que los informes eran solicitados con una estructura y elementos preestablecidos: cuestiones estudiadas, modelos creados, respuestas aportadas y propuesta de nuevas cuestiones. La formadora usaba también dichos elementos en sus presentaciones, para la gestión de las puestas en común en el aula y en sus presentaciones resumen del trabajo de los grupos.

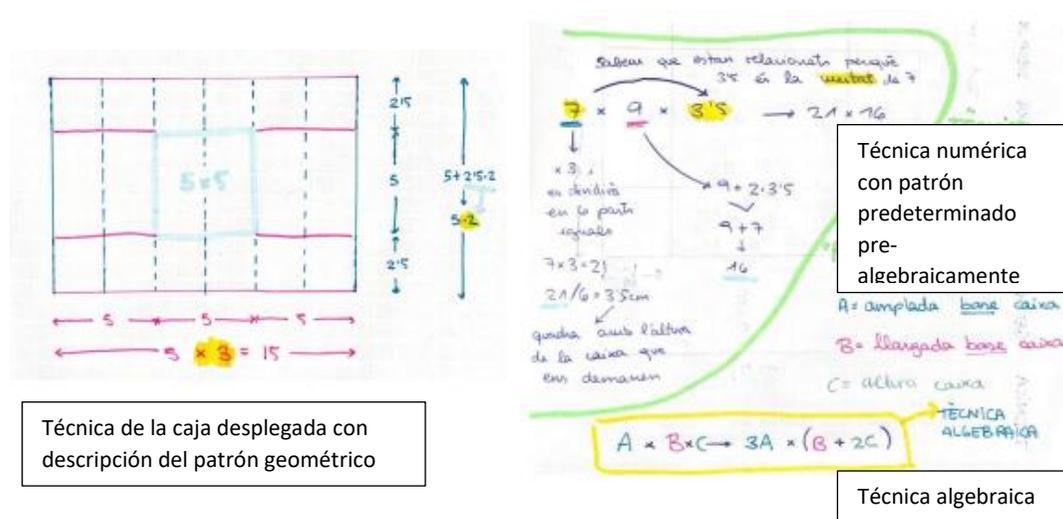
Para no reducir este análisis a un simple listado de contenidos abordados o a la corrección de respuestas, la formadora subraya la importancia de analizar la dinámica establecida por las cuestiones abordadas, los sistemas considerados, los modelos construidos y aquellos que pueden coexistir. Esto lleva a la formadora a proponer la elaboración de los *mapas de cuestiones y respuestas* (Winsløw et al., 2013; Florensa et al., 2021) como principal herramienta de análisis matemático-didáctico.

En Barquero et al. (2022) se encuentran algunos ejemplos de mapas de cuestiones-respuestas elaborados por los profesores en formación, con este mismo REI-FP sobre *La caja de la pastelera*. A partir de estos mapas, se puede apreciar cómo los estudiantes dotan de una terminología específica y explicitan ciertos modelos que pueden coexistir

en las distintas etapas de la actividad. La Figura 6 muestra como dos equipos de trabajo describen y nombran algunos de los modelos considerados: “técnica de caja desplegada” (descrito previamente como M3), “técnicas numéricas con discurso pre-algebraico” (descrito como M4) o “técnica algebraica” (descrito como M4).

**Figura 6**

*Fragmento del análisis de la actividad con modelos nombrados por estudiantes (con traducción nombre asignada a las técnicas o modelos, por parte de los estudiantes)*



Un resultado importante reside en el hecho de que los futuros profesores son capaces de centrarse en el proceso y analizarlo, en lugar de sólo centrarse en la corrección de las soluciones o respuestas. Lo importante aquí es que los futuros profesores consideren la actividad de modelización como un todo y puedan localizar los distintos modelos coexistentes, es decir, que pueden convivir dentro del proceso y que son necesarios para, justamente, hacerlos evolucionar. Así se tiene en cuenta aspectos relevantes de la actividad de modelización: estudio de las limitaciones de los modelos y de las técnicas asociadas, su desarrollo a otros modelos más complejos, por ejemplo, en el caso de la construcción de modelos geométricos o algebraicos como herramientas para superar limitaciones de modelos previos.

**Módulo 3: Diseño de una propuesta didáctica.** A este segundo módulo le sigue, como parte final de la asignatura, el *módulo 3* con el diseño de un REI para poder ser implementado en la etapa de primaria. Se ofrece a los estudiantes escoger algunas de las actividades de modelización desarrolladas durante el curso (ver Tabla 1) y preparar una adaptación con el correspondiente diseño matemático y didáctico. Las herramientas introducidas en el módulo 2, en un principio usadas como instrumentos de análisis, son ahora usadas para el diseño. Más concretamente, los mapas de cuestiones-respuestas y la elaboración de guías didácticas discutidas en primera

instancia en torno a la experimentación del REI sobre *La caja de la pastelera*, son ahora usados por los estudiantes para proponer sus propios diseños. Algunos de los grupos tienen la oportunidad de llevar a la práctica las propuestas, buscando ellos mismos las posibilidades de experimentación (y adentrarse así en el módulo 4). Algunos grupos mantienen contacto con las escuelas de prácticas, que les facilitan algunas sesiones, o escogen grupos de extraescolares o de clases particulares con los que suelen trabajar. A pesar de esto, no se exige su experimentación dado que la asignatura no tiene créditos asociados de prácticas en escuelas de primaria.

### Resultados sobre valoración del curso y de los distintos módulos de los REI-FP

En relación con las encuestas del curso, respondidas por 257 docentes en formación, la Tabla 2 muestra la valoración de aquellos aspectos generales del curso. Se puede apreciar cómo se valora el contenido práctico del curso ( $\bar{x} = 3.61, Me = 4$ ) versus el contenido teórico ( $\bar{x} = 2.78, Me = 3$ ) con casi un punto de diferencia en la media obtenida. Bien es cierto que todas las actividades se realizan en grupo y así opinan que la cantidad de trabajo en grupo ha sido bastante elevada ( $\bar{x} = 3.86, Me = 4$ ) respecto de la individual ( $\bar{x} = 2.11, Me = 2$ ). A pesar de que este volumen de trabajo grupal y el ritmo del curso se consideren bastante elevados ( $\bar{x} = 3.81, Me = 4$ ), se valora muy positivamente la utilidad del trabajo grupal ( $\bar{x} = 4.49, Me = 5$ , ver Tabla 4) así como la utilidad de las puestas en común entre grupo de clase ( $\bar{x} = 4.05, Me = 4$ , ver Tabla 4).

**Tabla 2**

*Valoración de los aspectos generales del curso (Escala Likert 1—5)*

	Media	Mediana	Desv
Duración del curso (1=muy corto, 5= largo)	2.98	3	.77
Contenido práctico (1=muy poco, 5=mucho)	3.61	4	.55
Contenido teórico (1=muy poco, 5=mucho)	2.78	3	.63
Dificultad (1=muy poca, 5=muy alta)	2.78	3	.66
Cantidad trabajo en grupo (1=muy poca, 5=mucho)	3.86	4	.53
Cantidad trabajo individual (1=muy poca, 5=mucho)	2.11	2	.83
Ritmo del curso (1=muy lento, 5=muy rápido)	3.81	4	.83

Sobre la estructura y actividades en los distintos módulos de los REI-FP (ver Tabla 3), se destaca la alta valoración sobre el interés, estructura y relación entre las distintas actividades y relación con bloques de la asignatura ( $\bar{x} \approx 4.2, Me = 4$ ) y sobre la adopción de distintos roles, desde el rol de estudiante a analista o de analista a diseñador ( $\bar{x} = 4.2, Me = 4$ ). Como destacan diversos estudiantes en la encuesta: *Resulta útil y muy poco frecuente ponerse en la piel de distintos “actores”, como el de estudiante, analista o docente, que te permite comprender la problemática desde distintos ángulos* [Encuestado 6]. El interés sobre las herramientas matemáticas y didácticas introducidas y trabajadas durante el curso es un aspecto también muy bien valorado ( $\bar{x} = 4.44, Me = 4$ ) así como su utilidad ( $\bar{x} = 4.57, Me = 5$ ). Vamos a

introducir más detalles a continuación, con las valoraciones sobre el módulo 2 con la introducción y uso de herramientas de análisis y diseño.

**Tabla 3**

*Valoración estructura, roles e introducción herramientas (Likert 1=muy poco; 5 = mucho)*

	Media	Mediana	Desv.
Interés y estructura de las actividades	4.23	4	.75
Relación bloques asignatura con REI-FP	4.20	4	.8
Interés en la adopción de distintos roles	4.20	4	.84
Interés en la introducción de nuevas herramientas	4.44	4	.6
Utilidad de nuevas herramientas	4.57	5	.56

Si nos adentramos en aspectos más concretos del Módulo 1 (ver Tabla 4), con la vivencia como *estudiantes* de los distintos REI y actividades de modelización asociadas, se destacan la poca experiencia que declaran tener con actividades de este tipo ( $\bar{x} = 1.69, Me = 1$ ). Por ejemplo, algunos encuestados destacan que: *Hemos podido ver que existen otro tipo de matemáticas y el papel tan relevante que pueden tener en las aulas* [Encuestado 58]. No valoran como dificultoso el tener que asumir el rol de estudiante ( $\bar{x} = 2.36, Me = 2$ ), posiblemente es el que más naturalmente han asumido en cursos anteriores, aunque sí destacan la relevancia y utilidad del trabajo en grupo en este tipo de actividades ( $\bar{x} = 4.49, Me = 5$ ) y del trabajo colectivo con las puestas en común ( $\bar{x} = 4.05, Me = 4$ ). Más concretamente, comentan que: *Ver como lo resolvían otros grupos fue en todo momento muy útil* [Encuestado 246]. [...] *comparar y contrastar otras formas de indagar las actividades ha sido interesante y útil ya que a veces nos olvidamos y pensamos que todos llegarán igual de rápido o con las mismas herramientas o al mismo fin que proponen los docentes* [Encuestado 172]. El que reconocen como un aspecto bastante dificultoso, en un inicio, es la estructura y la redacción de los informes grupales, que se usaban para seguir la evolución (o recorridos particulares) de los distintos grupos ( $\bar{x} = 2.52, Me = 2$ ). Distintos encuestados comentan que toma un tiempo aprender a describir y escribir en matemáticas y sobre los elementos solicitados (cuestiones, modelos, respuestas, nuevas cuestiones), ya que nunca lo han realizado.

**Tabla 4**

*Valoración sobre el Módulo 1: vivir un REI (Likert 1=muy poco; 5 = mucho)*

	Media	Mediana	Desv.
Experiencia previa con actividades de modelización	1.69	1	.8
Dificultad en asumir el rol de estudiante	2.36	2	1.12
Utilidad del trabajo en grupo	4.49	5	.77
Utilidad de las puestas en común	4.05	4	.89
Estructura de los informes	2.52	2	1.14

Sobre el Módulo 2 correspondiente al análisis del REI vivido (ver Tabla 5), se destaca la dificultad añadida que les supone adoptar ahora el rol de *analistas* ( $\bar{x} = 3.38, Me = 3$ ), en comparación al de estudiantes. Como hemos comentado previamente, una de las herramientas introducidas son los *mapas de cuestiones y respuestas* como herramienta de análisis matemático y didáctico, además de una terminología específica sobre los procesos de modelización. Como se puede apreciar con los resultados, a pesar de ser un nuevo instrumento transferido en el proceso de formación, no les resulta excesivamente difícil su elaboración ( $\bar{x} = 2.57, Me = 3$ ), aunque sí muy útil, como herramienta de análisis ( $\bar{x} = 4.28, Me = 5$ ) y de previsión y anticipación del trabajo matemático ( $\bar{x} = 4.6, Me = 5$ ) la cual se convertirá, en módulos posteriores, en herramienta de diseño. Son interesante algunas de las aportaciones comentadas por los encuestados: *Los mapas de cuestiones y respuestas han sido un gran descubrimiento que usaré al largo de mi carrera, no sólo en matemáticas, sino en otras asignaturas ya que es una herramienta que permite hacer un seguimiento de contenidos muy abierta, basada en cuestiones que se pueden plantear y que permite un seguimiento y evaluación flexible y moldeable [...] [Encuestado 14]. [...] permite tener un "guion" de lo que puede suceder, permite visualizar posibles recorridos de los estudiantes que puede ser muy útil como docente [Encuestado 242]. "Crear el mapa de cuestiones y respuestas ha sido una novedad, y dificultoso por ello, y porque nunca parece ser definitivo, sino que es una herramienta en constante evolución o enriquecimiento, cuando analizáramos otros grupos o lanzáramos nuevas experimentaciones" [Encuestado 153].*

**Tabla 5**

*Valoración sobre el Módulo 2: analizar un REI (Likert 1=muy poco; 5 = mucho)*

	Media	Mediana	Desv.
Dificultad en asumir el rol de analista	3.38	3	0.9
Dificultad en la realización de mapas de cuestiones-respuestas	2.57	3	1.05
Uso del mapa de Q-R como herramienta de análisis	4.28	5	.85
Uso del mapa de Q-R como herramienta de anticipación	4.6	5	.75

Para terminar, en relación con las valoraciones del Módulo 3, donde el profesorado en formación trabaja en el (re)diseño de una actividad de modelización, aparecen de nuevo bien valorados el uso de los mapas de cuestiones y respuestas como herramienta de diseño ( $\bar{x} = 4.71, Me = 5$ , ver Tabla 6). Se destaca también cómo la elaboración de "Guías didácticas" les permite retomar diversos elementos matemático-didácticos tratados durante el curso ( $\bar{x} = 4.16, Me = 4$ ). Como hemos comentado previamente, estas guías aparecen, complementando el análisis matemático aportado por mapas C-R, con aquellos elementos didácticos referentes a: los objetivos matemático-didácticos para el profesor y los estudiantes, la gestión del tiempo, el medio empírico y la previsión de los topes (roles y responsabilidades) de los estudiantes y del profesorado.

Como destacan algunos de los encuestados: *Todo ha terminado teniendo sentido, hemos podido entender el porqué de los temas trabajados y su conexión, especialmente*

en el diseño de nuestra propuesta [Encuestado 171]. Y más en su globalidad: *Creo que, de todas las asignaturas de matemáticas que he cursado en la carrera, esta es la que realmente me ha dado herramientas más valiosas para el desarrollo de mi profesión docente. No necesito tantos contenidos básicos como la suma, resta, fracciones o geometría, si no que quiero saber qué estrategias siguen y cómo darles sentido, cómo evaluarlas, cómo generarlas con buenas preguntas. Esto es lo que he obtenido en esta asignatura, en la que sin trabajar de forma tradicional las “matemáticas”, he aprendido más matemáticas que nunca* [Encuestado 20].

**Tabla 6**

*Valoración sobre el Módulo 3: diseño de una REI (Likert 1=muy poco; 5 = mucho)*

	Media	Mediana	Desv
Dificultad en asumir el rol diseñador-docente	3.14	3	1.05
Uso del mapa de Q-R como herramienta de diseño	4.71	5	.53
Puesta en uso de herramientas matemático-didácticas en la elaboración de las Guías didácticas	4.16	4	0.88

## **Discusión y conclusiones**

Este artículo se ha centrado en la presentar y discutir la propuesta de los REI-FP para la formación inicial del profesorado, en un curso en particular, con un doble propósito. En primer lugar, ejemplificar qué tipología de cuestiones de la profesión y qué estrategias de formación se desarrollan en los REI-FP. En segundo lugar, qué herramientas de análisis y de diseño matemático-didáctico, provenientes de la investigación, son transferidas al profesorado en formación a lo largo del desarrollo de un REI-FP y cómo estas son valoradas por ellos.

De entre las diversas experiencias con el diseño e implementación de REI-FP (ver Barquero et al., 2022), hemos escogido el caso de la asignatura obligatoria de Didáctica de la Matemática II del Grado de educación primaria (4<sup>a</sup> año, 6 ECTS) de la Universitat de Barcelona, cuyo plan docente ha permitido que esta fuera diseñada mediante distintos REI-FP para ir abordando parcialmente, aunque complementariamente, distintas problemáticas docentes relativas a la enseñanza y aprendizaje de la modelización. Nos hemos centrado en el último, y más completo, REI-FP sobre *La caja de la Pastelera*. A partir de este, hemos ilustrado en qué han consistido las actividades desarrolladas en sus distintos módulos. Este parte de la cuestión profesional sobre *¿cómo analizar, diseñar y gestionar la actividad de modelización en el aula de Primaria?* (módulo 0), incluyendo, de forma esencial, la vivencia del REI (módulo 1). Lo cual permite generar un medio compartido entre estudiantes y formadora para pasar entonces a la introducción y puesta en uso de ciertas herramientas de análisis (módulo 2), que se convierten posteriormente en herramientas de diseño (módulo 3).

Una primera de las estrategias clave de la formación ha consistido en pedir al profesorado en formación asumir distintos roles. Empezando por aquellos con los que están más habituados, el de *estudiantes* experimentando ciertas actividades de

modelización, convirtiéndose después en *analistas* con la introducción de ciertas herramientas para el análisis matemático y didáctico, hasta llegar al rol de *diseñadores* y de *docentes*. Este cambio de roles aparece una estrategia exitosa (ver Barquero et al. 2018) que permite al profesorado en formación tomar distintas posiciones desde las cuales aproximarse a la problemática didáctica abordada sobre la enseñanza de la modelización. Por ejemplo, como estudiante emergen cuestiones sobre ¿qué terminología usar sobre la modelización? ¿cómo redactar los informes solicitados describiendo el proceso de modelización seguido?; o, como analistas, aparecen cuestiones sobre ¿cómo analizar y cómo evaluar una actividad de modelización?

Esta primera estrategia no se podría explicar sin tomar en consideración una segunda estrategia cuyo propósito es la construcción de un *medio* suficientemente rico, compartido entre profesorado y formadores. Para ello, una clara especificidad del REI-FP reside en el hecho de incorporar tanto la vivencia de un REI como su análisis. No es estrategia menor el querer crear un medio, es decir, una realidad matemática y didáctica ante el cual las herramientas matemático-didácticas vayan tomando sentido y permitiendo abordar las cuestiones estudiadas. Una herramienta clave para este son los *mapas de cuestiones y respuestas* (CR). Lo que aparece claramente en el REI-FP sobre La caja de la pastelera es la variedad de *funciones* que tienen los mapas en manos del profesorado en formación. En primer lugar, los mapas se usan como herramientas de análisis del REI. Este paso es posible, gracias al *medio empírico* generado con la vivencia del REI (los informes elaborados, debates de clase, etc.) y permite a los estudiantes profundizar en el análisis del REI vivido. En segundo lugar, los mapas CR son usados para el análisis y evaluación de los recorridos particulares de otros grupos de trabajo o de experiencias en aulas de primaria. Por otro lado, los mapas se convierten en una herramienta de diseño, en el módulo 3, cuando se trabaja con la adaptación y rediseño de un REI. De este modo, a lo largo de las distintas fases, el REI-FP permite a los estudiantes construir progresivamente un conocimiento matemático y didáctico sobre la actividad de modelización, que no proporciona directamente el currículum, y que debería facilitarles el diseño, gestión y evaluación de este tipo de actividades.

Hemos completado la descripción de este caso de REI-FP, con la valoración realizada por el profesorado en formación. Los resultados comentados, nos han servido, y seguirán sirviendo, para mejorar las estrategias de formación comentadas previamente. Por ejemplo, en lo que se refiere a la selección de los REI-FP (y los REI) que componen la asignatura, su secuenciación y complementariedad, los roles solicitados y las tareas planteadas bajo cada rol, que permitan generar el medio adecuado para planear a la formación del profesorado en un paradigma lo máximo cercano al de *cuestionamiento del mundo* (Chevallard, 2015). Así como la selección y adaptación de herramientas (provenientes de la investigación y adaptadas a la formación del profesorado) que se transfieren al profesorado en formación y las tareas que permiten explotar su uso.

Dos de los puntos débiles que debemos subrayar es la dificultad, en un curso relativamente corto, de hacer un buen retorno a las cuestiones profesionales de partida de los REI-FP. Cada REI-FP permite empezar a elaborar respuestas parciales a estas cuestiones, que son amplias y *vivas* en la profesión. Se debe, por tanto, tomar conciencia

(profesorado y formadores) de que su estudio debe dilatarse más allá de la temporalidad del curso. Otro de los puntos débiles es la imposibilidad, en el contexto de la asignatura que tomamos como estudio de caso, de implementar de forma sistemática los diseños que son propuestos a nivel de primaria. Esto es debido a limitaciones sobre cómo esta asignatura está planeada y situada en el conjunto del Grado. En Barquero et al. (2018) se presenta diferentes experiencias con REI-FP, en el caso de formación continua del profesorado, en el que sí existe esta posibilidad, y el análisis de las condiciones y restricciones detectadas con su llevada a las aulas tienen gran relevancia. Aun así, estas investigaciones muestran como el buen desarrollo de los primeros módulos son cruciales y permiten llegar a las aulas con diseños y herramientas de análisis suficientemente robustos y contrastables. En este sentido, nuestra línea de investigación actual persigue poner en contacto la formación inicial y continua, basada en la propuesta REI-FP, que permita potenciar y difundir el diseño y análisis de REI para la enseñanza de la modelización.

### **Agradecimientos**

Este trabajo ha sido elaborado gracias al apoyo del Proyecto I+D+i PID2021-126717NB-C31 (MCIU/AEI/FEDER, UE).

### **Conflicto de intereses**

La autora declara 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.

### **Referencias**

- Artigue, M. y Blomhøj, M. (2013). Conceptualising inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 45(6), 797-810. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0506-6>
- Barquero, B., Bosch, M. y Gascón, J. (2011). Los Recorridos de Estudio e Investigación y la modelización matemática en la enseñanza universitaria de las Ciencias Experimentales, *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 29(3), 339-352. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v29n3.519>
- Barquero, B., Bosch, M. y Romo, A. (2018). Mathematical modelling in teacher education: dealing with institutional constraints. *ZDM Mathematics Education*, 50(1-2), 31-43. <https://doi.org/10.1007/s11858-017-0907-z>
- Barquero, B., Florensa, I. y Ruiz-Olarría, A. (2019). The education of school and university teachers within the paradigm of questioning the world. En M. Bosch et al. (Eds.), *Working with the Anthropological Theory of the Didactic in Mathematics Education: A Comprehensive Casebook* (Chapter 12). Routledge.
- Barquero, B., Bosch, M. y Florensa, I. (2022). Contribuciones de los recorridos de estudio e investigación en la universidad: el caso de la formación del profesorado. *AIEM*, 21, 87-106. <https://doi.org/10.35763/aiem21.4232>
- Brousseau, G., Brousseau, N. y Warfield, V. (2002). An experiment on the teaching of

- statistics and probability. *Journal of Mathematical Behavior*, 20, 363–441. [https://doi.org/10.1016/S0732-3123\(02\)00078-0](https://doi.org/10.1016/S0732-3123(02)00078-0)
- Blomhøj, M. y Kjeldsen, T.H. (2006) Teaching mathematical modelling through project work Experiences from an inservice course for upper secondary teachers. *ZDM Mathematics Education*, 38(2), 163–177. <https://doi.org/10.1007/BF02655887>
- Blum, W. (2002). ICMI study 14: Applications and modelling in mathematics education – Discussion document. *Educational Studies in Mathematics*, 51(1-2), 149–171. <https://doi.org/10.1023/A:1022435827400>
- Blum, W. (2015). Quality teaching of mathematical modelling: What do we know, what can we do? En S. J. Cho (Ed.), *The proceedings of the 12th ICME* (pp. 73–96). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_9)
- Blum, W. y Leiß, D. (2007). How do students and teachers deal with modelling problems? En C. Haines, P. Galbraith, W. Blum, & S. Khan (Eds.), *Mathematical modelling. Education, engineering and economics* (pp. 222–231). Horwood. <https://doi.org/10.1533/9780857099419.5.221>
- Borromeo Ferri, R. (2010). On the influence of mathematical thinking styles on learners' modeling behavior. *Journal für Mathematik-Didaktik*, 31(1), 99–118. <https://doi.org/10.1007/s13138-010-0009-8>
- Bosch, M. y Gascón, J. (2009). Aportaciones de la Teoría Antropológica de lo Didáctico a la formación del profesorado de matemáticas de secundaria. En M.J. González, M.T. González & J. Murillo (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIII* (pp. 89–113). SEIEM.
- Bosch, M. (2018). Study and Research Paths: A model for inquiry. *Proceedings of the International Congress of Mathematics* (pp. 4001–4022). Rio de Janeiro, Vol. 3. [https://doi.org/10.1142/9789813272880\\_0210](https://doi.org/10.1142/9789813272880_0210)
- Burkhardt, H. (2006). Modelling in mathematics classrooms: Reflections on past developments and the future. *ZDM Mathematics Education*, 38(2), 178–195. <https://doi.org/10.1007/BF02655888>
- Chappaz, J. y Michon, F. (2003). La boîte du pâtissier. *Grand N*, 72, 19–32.
- Chevallard, Y. (2015). Teaching mathematics in tomorrow's society: A case for an oncoming counter paradigm. En S. J. Cho (Ed.), *The proceedings of the 12th ICME* (pp. 173–187). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-12688-3_13)
- Florensa, I., Bosch, M. y Gascón, J. (2021). Question–answer maps as an epistemological tool in teacher education. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 24(2), 203–225. <https://doi.org/10.1007/s10857-020-09454-4>
- García, F.J., Gascón, J., Ruiz-Higueras, L. y Bosch, M. (2006). Mathematical modelling as a tool for the connection of school mathematics. *ZDM Mathematics Education*, 38(3), 226–246. <https://doi.org/10.1007/BF02652807>
- Granel, C. y Barquero, B. (2019). Experiència amb un recorregut d'estudi i investigació sobre la inferència estadística a l'educació primària. Què s'amaga dins l'ampolla? *Noubiaix*, 44, 54–69.
- Kaiser, G., Schwarz, B. y Tiedemann, S. (2010). Future teachers' professional knowledge on modeling. En R. Lesh, P. L. Galbraith, C. R. Haines & A. Hurford (Eds.), *Modeling students' mathematical modeling competencies* (pp. 433–444). Springer.

- [https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1\\_37](https://doi.org/10.1007/978-1-4419-0561-1_37)
- OECD (2018). *PISA 2018 Assessment and Analytical Framework*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/b25efab8-en>
- Ruiz-Higueras, L. (2008). Modelización Matemática en la Escuela Primaria. La reconquista escolar de dominios de realidad. En M.M. Hervás (Ed.), *Competencia matemática e interpretación de la realidad* (pp. 87–119). Ministerio de Educación, Política Social y Deporte.
- Ruiz-Olarría, A. (2015). *La formación matemático-didáctica del profesorado de secundaria. De las matemáticas por enseñar a las matemáticas para la enseñanza*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid (España).
- Sierra, T. A. (2006). *Lo matemático en el diseño y análisis de organizaciones didácticas. Los sistemas de numeración y la medida de magnitudes*. Tesis Doctoral. Universidad Complutense de Madrid (España).
- Swan, M., Pead, D., Doorman, M. y Mooldijk, A. (2013). Designing and using professional development resources for inquiry-based learning. *ZDM Mathematics Education*, 45(7), 945–957. <https://doi.org/10.1007/s11858-013-0520-8>
- Winsløw, C., Matheron, Y. y Mercier, A. (2013). Study and research courses as an epistemological model for didactics. *Educational Studies in Mathematics*, 83(2), 267–284. <https://doi.org/10.1007/s10649-012-9453-3>

## Twitter y desarrollo profesional del futuro profesorado de matemáticas: percepciones de uso e intereses

Pablo BELTRÁN-PELLICER  
Sergio MARTÍNEZ-JUSTE  
José M. MUÑOZ-ESCOLANO

### Datos de contacto:

Pablo Beltrán-Pellicer  
Universidad de Zaragoza  
[pbeltran@unizar.es](mailto:pbeltran@unizar.es)

Sergio Martínez-Juste  
Universidad de Zaragoza  
[sergiomj@unizar.es](mailto:sergiomj@unizar.es)

José M. Muñoz-Escolano  
Universidad de Zaragoza  
[jmescola@unizar.es](mailto:jmescola@unizar.es)

Recibido: 09/04/2023  
Aceptado: 11/06/2023

### RESUMEN

Diversos estudios señalan a Twitter como una red social interesante en el ámbito educativo. Numerosos usuarios comparten contenido, como recursos o actividades de aula, al mismo tiempo que se debate en torno a diversos temas. Así mismo, algunos autores sugieren que Twitter contribuye a la creación y desarrollo de comunidades de aprendizaje que repercuten positivamente en el desarrollo profesional del profesorado. Este artículo se plantea como objetivo explorar las percepciones de futuros profesores de matemáticas acerca del uso de Twitter como herramienta formativa. Para ello, se realiza una investigación con una muestra de 35 estudiantes de Máster de Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato de la especialidad de matemáticas. En primer lugar, se identifica mediante un cuestionario hasta qué punto los estudiantes son usuarios de esta red y, si lo hacen, con qué propósito. Posteriormente, se analizan los informes escritos elaborados por los estudiantes cuando se les solicita que describan dos hilos sobre un tema específico (probabilidad) y que analicen de forma argumentada su utilidad formativa. Finalmente, los participantes deben indicar qué cuentas consideran relevantes para su formación y por qué. Los resultados revelan que los participantes distinguen la diferente naturaleza de los hilos propuestos, pero prácticamente se limitan a mencionar aspectos epistémicos, cuando la diferencia radica en que un hilo versa sobre otras facetas del conocimiento didáctico-matemático. Además, observamos que siguen cuentas relacionadas con la materia, aduciendo motivos relacionados con la obtención de recursos educativos en torno a temas de divulgación matemática, conocimiento matemático escolar y del conocimiento didáctico-matemático.

**PALABRAS CLAVE:** redes sociales; Twitter; formación de profesorado; formación no formal; educación matemática; desarrollo profesional.

## **Twitter And Professional Development Of Prospective Math Teachers: Perceptions Of Use And Interests**

### **ABSTRACT**

Various studies point to Twitter as an interesting social network in the educational field. Numerous users share content, such as resources or classroom activities, while engaging in debates on various topics. Likewise, some authors suggest that Twitter contributes to the creation and development of learning communities that positively impact the professional development of teachers. This article aims to explore the perceptions of future mathematics teachers about the use of Twitter as a formative tool. To this end, we conducted a study with a sample of 35 Master's students in Secondary Education and High School Teaching, specializing in mathematics. Firstly, a questionnaire was used to identify the extent to which students use this network and, if they do, for what purpose. Subsequently, we analyzed the written reports prepared by the students when asked to describe two threads on a specific topic (probability) and to discuss their formative usefulness. Finally, participants were asked to indicate which accounts they consider relevant to their training and why. The results reveal that participants distinguish the different nature of the proposed threads but almost exclusively mention epistemic aspects, even though one thread deals with other facets of didactic-mathematical knowledge. Moreover, we observed that they follow accounts related to the subject, citing reasons related to obtaining educational resources on topics of mathematical popularization, school mathematical knowledge, and didactic-mathematical knowledge.

**KEYWORDS:** Social networks; Twitter; teacher training; non-formal education; mathematics education; professional development.

### **Introducción**

Las redes sociales son plataformas en línea que permiten a los usuarios conectarse e interactuar con otros, compartiendo contenidos e intereses similares. Su uso en educación es una tendencia creciente en la investigación (Hart & Steinbrecher, 2011; Carpenter et al., 2016; Carpenter & Krutka, 2014; Luo et al., 2020). Entre estas plataformas, Twitter se destaca por su capacidad de generar interacción y difusión de información en el ámbito educativo. Lanzado en 2006, Twitter permite a los usuarios publicar mensajes breves de texto, conocidos como "tweets", e interactuar a través de menciones, hashtags y mensajes privados. Además, se pueden concatenar tweets para desarrollar mensajes más extensos, creando unidades llamadas "hilos".

Recientemente, los "influencers" han ganado relevancia en la difusión de información en redes sociales, incluyendo la educación (Carpenter et al., 2022). Marcelo y Marcelo (2021) sugieren que analizar a seguidores de "influencers educativos" permite determinar si la información compartida se transforma en conocimiento y práctica docente. Por lo tanto, es relevante explorar las cuentas que

siguen los docentes en formación y cómo perciben el contenido de hilos de diferente naturaleza.

Los hilos representan un acceso rápido a la información y generan un marco ideal para la interacción (Alsina & Rodríguez-Muñiz, 2021). Xing y Gao (2018) destacan que los hilos en Twitter pueden generar comunidades de práctica en línea, compartiendo información, conocimiento y recursos relacionados con su campo de interés. Esto se relaciona con la teoría de Wenger (2000) sobre comunidades de práctica basadas en la interacción social y el aprendizaje colectivo, sugiriendo que Twitter podría ofrecer un marco para el desarrollo de tales comunidades. Alsina y Rodríguez-Muñiz (2021) plantean la necesidad de nuevos estudios sobre la comunidad de educación matemática y el uso de Twitter como herramienta informal de desarrollo profesional, enfocándose en países como España, Portugal y Latinoamérica, que comparten características socioculturales comunes e interactúan en sus respectivas lenguas oficiales.

Precisamente, este artículo tiene como objetivo explorar las percepciones del futuro profesorado de matemáticas (FPM) en cuanto al uso de Twitter como herramienta de desarrollo profesional. Dicho objetivo se puede dividir en dos específicos: 1) explorar cómo analizan hilos de diferente naturaleza, bien sea divulgativa o didáctica, y su posible utilidad para docentes de matemáticas, y 2) indagar en el tipo de cuentas que identifican como importantes en su desarrollo profesional y los motivos.

## **Antecedentes y marco teórico**

Carpenter y Krutka (2014) distinguen tres usos potenciales de Twitter en el ámbito educativo: comunicación con la comunidad educativa, actividades de aula con alumnado y desarrollo profesional docente. De esta forma, Twitter se puede utilizar para compartir información con la comunidad escolar y mantener canales de comunicación entre administradores, profesorado, alumnado y otros interesados. También se puede utilizar para compartir la evolución del trabajo de los estudiantes con las familias. Por otra parte, Twitter se puede usar para implementar actividades sincrónicas y asincrónicas en y fuera del tiempo de clase y se reportan experiencias en la literatura en una amplia variedad de áreas de contenido. Algunos de estos usos han ido cambiando con el tiempo en favor de otras redes y herramientas de comunicación. Sin embargo, estos autores señalan que los docentes, siempre dentro de ese uso educativo de Twitter, tienden a emplear más esta red social para el desarrollo profesional, especialmente compartiendo o descubriendo recursos educativos. Marcelo-Martínez et al. (2023) señalan que encontrar recursos digitales y materiales elaborados por otros docentes es el motivo principal del uso de redes sociales por parte de docentes españoles de diferentes niveles. La revisión sistemática de Luo et al. (2020), si bien se restringe a docentes de educación superior, coincide al apuntar que Twitter es la principal plataforma digital para crear redes profesionales de aprendizaje y compartir conocimiento.

Esto último contrasta con la habitual percepción cínica del desarrollo profesional tradicional (Hawley & Valli, 2007) que toma la forma de cursos de formación con poco impacto en la práctica de aula. El desarrollo profesional de alta calidad ha demostrado

tener la capacidad de influir positivamente en las prácticas de los profesores y el aprendizaje de los estudiantes (Borko, 2004), pero la literatura sugiere consistentemente que este tipo de desarrollo profesional es raro (Hawley & Valli, 2007; Sprinthall et al., 1996). Por otro lado, Carpenter et al. (2019) observan que los usuarios que se identifican públicamente como docentes utilizan principalmente Twitter con fines profesionales.

En particular, Twitter ha demostrado ser una herramienta efectiva para el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. Larsen (2019) y Larsen y Parrish (2019) sugieren que el uso de Twitter puede proporcionar a los docentes un acceso fácil y rápido a recursos educativos, así como un foro para discutir e intercambiar ideas con otros profesores de matemáticas. Además, la creación de redes de apoyo y colaboración a través de Twitter puede ayudar a superar el aislamiento profesional y a fomentar el aprendizaje informal.

Por otro lado, la investigación de Risser (2013) destaca el potencial de Twitter como herramienta de mentoría informal para el desarrollo profesional de los docentes de matemáticas. Así, describe el uso de Twitter por parte de una profesora de matemáticas en su primer año como docente en educación secundaria para establecer con éxito una red de mentoría informal compuesta por docentes con diversos recorridos vitales para apoyar su desarrollo profesional temprano. Esto contrasta con los resultados de Carpenter y Krutka (2014), quienes señalan que, aunque el grupo más grande de usuarios de Twitter son jóvenes de 18 a 30 años, los educadores más jóvenes no estaban tan representados en su muestra y usaron el servicio de manera menos diversa que sus colegas de mayor edad. Por lo tanto, el caso de la docente de Risser (2013) puede no ser la norma.

Tal y como se ha adelantado en la introducción, los hilos de Twitter son un elemento muy característico de esta red que merece ser explorado. Estos permiten publicar múltiples tweets relacionados bajo una misma temática, lo que facilita la organización y presentación de información de manera clara y concisa. De esta manera, autores como Alsina y Rodríguez-Muñiz (2021) sugieren que los hilos pueden utilizarse para crear un relato o narrativa que ayude a los docentes a comprender y reflexionar sobre su práctica docente.

Llegados a este punto, conviene dirigir nuestra mirada a la investigación en formación de profesorado. Concretamente, a los trabajos centrados en caracterizar los conocimientos y competencias que deberían tener los FPM para desarrollar su labor. Se trata de una tendencia a la que se han dedicado múltiples trabajos desde la investigación en Didáctica de las Matemáticas (Arce et al., 2019; Blömeke et al., 2014).

Según autores como Rowland y Ruthven (2011), no existe un acuerdo universal sobre un marco teórico para describir el conocimiento de los profesores de matemáticas. Sin embargo, los diferentes modelos teóricos utilizados en formación del profesorado surgen del trabajo de Shulman (1986), donde se proponen tres categorías para el conocimiento del profesor: conocimiento del contenido, conocimiento pedagógico del contenido (PCK) y conocimiento curricular. Esta categorización supuso un antes y un después al identificar el PCK como un conocimiento que, siendo disciplinar, se refiere al necesario para la enseñanza. Es decir, combina conocimiento del contenido y el conocimiento pedagógico general.

El conocimiento matemático para la enseñanza (Mathematical Knowledge for Teaching, MKT) (Ball et al., 2005) adaptó las ideas generales de Shulman (1986) y otros

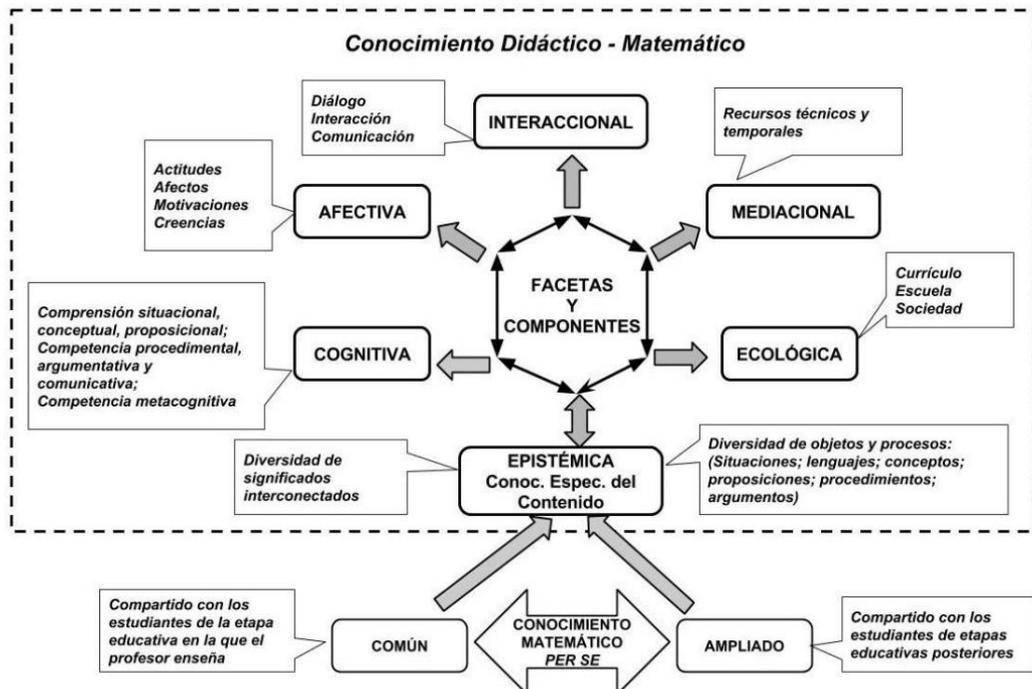
para caracterizar el conocimiento que debería tener el profesorado de matemáticas para desarrollar adecuadamente su actividad profesional. Diversos autores se han hecho eco de estos trabajos y han planteado adaptaciones para hacerlo más operativo. De esta manera surge, por ejemplo, el MTSK, por sus siglas en inglés (Mathematics Teacher's Specialised Knowledge) (Carrillo-Yáñez et al., 2018).

Desde la perspectiva del Enfoque Ontosemiótico del conocimiento y la instrucción matemáticos (EOS) (Godino et al., 2007), los docentes de matemáticas no solo deben ser capaces de resolver problemas de matemáticas, sino que deben mostrar competencia para analizar la actividad matemática al resolverlos y explotar su potencial didáctico. En realidad, se trata de, un conjunto de competencias, cuyo desarrollo constituye un desafío para los formadores de profesorado, debido a la diversidad de dimensiones y componentes a tener en cuenta.

El modelo teórico de Conocimientos y Competencias Didáctico-Matemáticos (CCDM) (Godino et al., 2017) nace para dar respuesta a este desafío. Este modelo sostiene que al movilizar ese conjunto de competencias se pone en juego el denominado conocimiento didáctico-matemático (CDM) del profesorado, el cual puede organizarse de acuerdo con tres dimensiones: matemática, didáctica y meta didáctica-matemática (ver Figura 1).

**Figura 1**

*Dimensiones y componentes del CDM y sus relaciones con otros modelos. Fuente: Godino et al., (2017).*



La dimensión matemática se refiere a los conocimientos matemáticos que debe tener un profesor de las matemáticas escolares e incluye tanto un conocimiento matemático compartido con los propios estudiantes del nivel en el que se desempeña, como con los de niveles más avanzados. La segunda dimensión, didáctica, se refiere a los conocimientos sobre aspectos involucrados en los procesos de enseñanza y aprendizaje de matemáticas, que incluyen un conocimiento profundo de las matemáticas escolares y su interacción con aspectos cognitivos y afectivos de los estudiantes, recursos y medios, interacciones en el aula y aspectos ecológicos. Por último, la dimensión meta didáctica-matemática se refiere a los conocimientos necesarios para poder sistematizar la reflexión sobre la práctica docente y así emitir valoraciones sobre la propia práctica o la de otros.

## **Método**

### **Metodología**

La metodología es de carácter cualitativo e interpretativo (Fernández et. al, 2022), tratando de ganar comprensión acerca de cómo perciben los FPM el posible impacto de Twitter en su desarrollo profesional, así como indagar en el proceso de significación de la información que les podría llegar desde dicha red.

### **Participantes y procedimiento**

La investigación se realizó con FPM, estudiantes del Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria (ESO) y Bachillerato. En España, esta titulación habilita para el desempeño como docente de Matemáticas en dichas etapas. Los participantes son 18 FPM del curso 2021/2022 y 17 FPM del curso 2022/2023. En cuanto a los rangos de edad, encontramos 26 FPM entre 22 y 29 años, cinco FPM con una edad comprendida entre los 30 y los 39 años y cuatro FPM con 40 o más años. Los FPM no habían recibido formación específica sobre marcos de conocimientos y competencias del profesorado de matemáticas en el momento de realización de las actividades.

Las tareas se realizaron durante una sesión de dos horas de clase. De forma previa, se pasó un cuestionario individual para valorar si los participantes conocían Twitter y qué uso hacían de este, así como su percepción previa acerca de los posibles usos profesionales. Así mismo, las actividades realizadas en esta sesión incluyen una búsqueda de hilos de contenido didáctico-matemático para que los participantes que no estuviesen familiarizados con Twitter fueran conociendo la dinámica de uso y explorando cuentas y perfiles de manera espontánea.

Para las tareas dirigidas a atender a nuestro primer objetivo, se eligieron dos hilos de diferente naturaleza alrededor de un mismo contenido matemático para que fueran analizados y valorados por los futuros docentes. Así, ambos hilos versan sobre

probabilidad, pero uno es de carácter divulgativo (@Anabayes) y otro de carácter didáctico (@lrguezmuniz). La elección se realizó a priori, considerando el principal público objetivo al que van dirigidos a partir de la actividad que muestran ambos autores en sus cuentas de Twitter. De esta forma, @Anabayes realiza una intensa labor divulgativa, orientada a un público general, mientras que @lrguezmuniz se dirige de forma más específica a docentes en ejercicio o futuros docentes. No obstante, los autores somos conscientes de la dificultad de delimitar de forma clara la divulgación matemática de la divulgación en didáctica de la matemática. Por esta razón, el primer análisis que presentaremos es un análisis experto de estos hilos según las categorías del CDM.

El hilo de @AnaBayes fue publicado el 25 de abril de 2021 y consta de 24 tweets (5024 caracteres) (Figura 2). En marzo de 2023, el hilo contabiliza 183 “Me gusta”, 70 “Retweets”, 8 citas y ha sido guardado 43 veces. En ese momento, la autora tiene 15430 seguidores y sigue a 1829 cuentas. El hilo está accesible en:

<https://twitter.com/AnaBayes/status/1386235941040398336>

## Figura 2

Encabezado del hilo de @AnaBayes (izquierda) y gif creado para la ocasión (derecha).

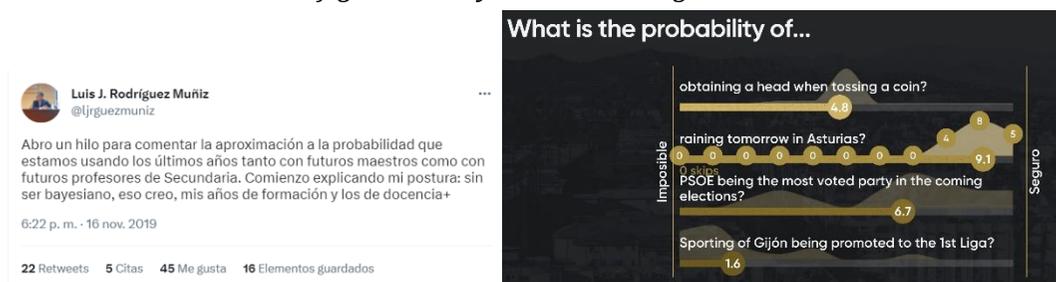


Por su parte, el hilo de @lrguezmuniz fue publicado el 16 de noviembre de 2019 y consta de 28 tweets (7262 caracteres) y es uno de los hilos que describen Alsina y Rodríguez-Muñiz (2021) en su trabajo (Figura 3). En marzo de 2023, el hilo contabiliza 45 “Me gusta”, 22 “Retweets”, 5 citas y ha sido guardado 16 veces. En ese momento, el autor tiene 2935 seguidores y sigue a 1140 cuentas. Se puede acceder en:

<https://twitter.com/lrguezmuniz/status/1195754066405662720>

### Figura 3

Encabezado del hilo de @lrguezmuniz y una de las imágenes.



Con el fin de atender a nuestro segundo objetivo, se solicita a los profesores en formación que enumeren más de cinco cuentas de interés para su desarrollo profesional como docentes de matemáticas, explicando los motivos para ello.

La consigna de las tareas a realizar fue la misma en ambas muestras y la actividad se realizó por parejas para enriquecer la discusión:

TAREA 1. Contesta a las siguientes preguntas, relativas a estos dos hilos:

<https://twitter.com/lrguezmuniz/status/1195754066405662720>

<https://twitter.com/AnaBayes/status/1386235941040398336>

a) Realiza un resumen del hilo.

b) ¿Qué conocimientos pone en juego y qué utilidad le ves para tu futura práctica docente?

c) ¿Quién es el autor y quién participa en las interacciones? ¿Son docentes? ¿De qué nivel educativo? ¿Puedes averiguar la profesión o formación de algunos de ellos?

TAREA 2. Ambos hilos abordan un contenido matemático similar, compáralos señalando las diferencias que encuentras en cuanto al propósito y público al que crees que va dirigido.

TAREA 3: Identifica cinco cuentas que consideres relevantes para la formación de un profesor de matemáticas y explica por qué.

En cuanto a las tareas 1 y 2, el sistema de códigos se construyó de manera deductiva-inductiva a partir del análisis experto de los dos hilos seleccionados. La codificación la realizó uno de los autores y fue revisada por los otros dos. Inicialmente, se planteó la codificación a partir de las categorías del CDM: epistémica, cognitiva, afectiva, interaccional, mediacional y ecológica. Posteriormente, dentro de cada una de ellas se procedió a identificar elementos específicos y ampliar el sistema de códigos. El sistema de códigos resultante se muestra en la sección de Resultados y discusión y se utiliza para analizar las producciones de los FPM. En cuanto a la tarea 3, se analizaron las cuentas identificadas por los FPM y los motivos aducidos en cuanto a su relevancia para su formación. Para esto, se construyó de manera inductiva un sistema de categorías a partir de las respuestas de los FPM. Al igual que las tareas 1 y 2, esta codificación fue llevada a cabo por uno de los autores y revisada por los otros dos.

Cuando citemos producciones de los FPM, a las parejas del primer año las denotaremos con Ai y a las del segundo, con Bi.

## **Resultados y discusión**

### **Cuestionario inicial**

El cuestionario inicial que los FPM responden con anterioridad a realizar las tareas pretende recabar información sobre el uso previo que hacían de Twitter. Aunque todos conocían la red social, solamente 19 tenían una cuenta propia (54%), con una media de antigüedad de 8,7 años. Además, la mayor parte de los que tenían previamente una cuenta de usuario declaran tener un perfil bajo en la red social y solo siete afirman interactuar con otros usuarios o generar contenido. El resto, incluidos dos FPM sin cuenta, hace un uso pasivo de Twitter utilizándolo exclusivamente para leer tweets e hilos de otros usuarios.

Más específicamente, 30 FPM confirman que conocen qué es un “hilo de Twitter” y valoran de forma positiva este elemento específico de la red social como formato de comunicación. En concreto, ante una pregunta con respuesta de escala Likert en donde se solicitaba puntuar entre el 1 y el 5 la percepción que tenían los FPM de los hilos de Twitter como formato de comunicación, 18 otorgan puntuaciones de 4 o 5 y ninguno lo valora con la mínima puntuación. En esta pregunta se obtiene una media en la valoración de 3,9, con moda y mediana de 4 puntos.

En las valoraciones cualitativas los FPM hacen referencia a la breve longitud de los tweets tanto para justificar las ventajas como los inconvenientes que perciben para este formato de comunicación. Así, en las valoraciones positivas se argumenta que el formato permite transmitir ideas relativamente complejas con mensajes breves y concisos y llegar así de forma rápida a una gran cantidad de personas. Además, de los comentarios se desprende que perciben que los hilos, además de para transmitir información, pueden ser una buena herramienta para la divulgación. Encontramos comentarios como: “Creo que muchas veces para divulgar o explicar algunos temas viene muy bien”. Por su parte, los comentarios negativos hacen referencia a que la citada breve longitud de los mensajes impide explicar o desarrollar correctamente un tema y generar argumentos y contrargumentos adecuados para el debate.

### **Análisis experto de los hilos**

Como se ha comentado en el apartado de metodología, el sistema de códigos se construye de manera deductiva-inductiva. Deductiva, porque inicialmente se parte de las categorías del CDM. Inductiva, porque al realizar el análisis experto de los hilos seleccionados aparecen subcódigos para cada una de las facetas, tal y como se muestra en la Tabla 1. En el caso de algunos subcódigos emergieron códigos de tercer orden, según se indica en la descripción.

**Tabla 1**

*Sistema de códigos que emergió del proceso de codificación experto de los hilos.*

Faceta CDM (código)	Subcódigo	Descripción
Epistémica	Situaciones-problema	Se mencionan o describen situaciones y problemas, tanto intra como extra-matemáticos, escolares o no, de los que emerge cierto objeto matemático.
	Significados de la probabilidad	Referencia a las diferentes visiones o significados de la probabilidad. Se asigna subcódigo dependiendo de si se menciona el clásico, el frecuencial, el subjetivo o el axiomático.
Cognitiva	Respuestas del alumnado	Se describen respuestas del alumnado (o población en general) ante el planteamiento de una situación-problema.
	Obstáculos	El autor o la autora relatan dificultades, obstáculos o sesgos de razonamiento de alumnado (o población en general) con cierto concepto o ante la resolución de una situación-problema.
	Conocimientos previos	Se mencionan de alguna manera los conocimientos previos necesarios para abordar cierta situación-problema.
Afectiva	Intereses y motivaciones	Cualquier referencia a los posibles centros de interés del alumno o individuo que se aproxima a una situación-problema.
	Creencias hacia la enseñanza	Creencias hacia cómo es o debería ser la enseñanza, aplicable tanto a docentes como a alumnado.
	Creencias hacia la probabilidad	Creencias acerca de qué es la probabilidad.
Interaccional	Gestión de aula	Referencia a cómo se gestionan en el aula los procesos alrededor de una situación-problema, por ejemplo, cómo se reacciona ante cierta producción.
Mediacional	Recursos TIC	Se mencionan recursos TIC para la enseñanza.
Ecológica	Investigación en formación de profesorado	Referencia a la repercusión o importancia de la investigación en formación de profesorado.
	Ámbito escolar	Se menciona aplicabilidad al aula.
	Docentes	El autor señala el papel de los docentes.

En ambos hilos se recogen indicios claros de la faceta epistémica del CDM, con diferencias que comentamos a continuación. @AnaBayes se centra, en sus palabras, en dos definiciones de probabilidad: la frecuentista y la subjetiva, y aporta ejemplos para ilustrar las diferencias entre ellas. También alude a diferentes situaciones-problema:

[...] si lanzo la moneda cientos de miles de veces sin que cambie absolutamente nada del entorno (bajo las mismas condiciones) podemos interpretar la probabilidad de cara como la proporción de veces que obtendremos ese resultado (@AnaBayes.4)

En el hilo de @lrguezmuniz también se describen varias situaciones-problema, así como se efectúan comentarios sobre los significados de la probabilidad. En este sentido, el autor habla también sobre el clásico y el axiomático, además del frecuencial y el subjetivo:

Además, constatamos que a muchos matemáticos la aproximación axiomática les sirve para orillar el problema de la existencia o no de un valor único para esa medida o de cómo se asignan efectivamente los valores de probabilidad una vez definida la medida (@lrguezmuniz.28)

No hemos conseguido identificar otras facetas del CDM en el hilo de @AnaBayes, salvo la afectiva, en lo que se refiere a creencias hacia la probabilidad o hacia la estadística bayesiana: “Vamos a dejar de lado si la probabilidad existe o es solo el reflejo de nuestro desconocimiento y vamos a centrarnos en dos definiciones” o “no tiene ningún sentido hablar de Métodos estadísticos y después añadir la coletilla estimación Bayesiana”.

En cambio, el hilo de @lrguezmuniz responde a las demás facetas. De esta manera, encontramos indicios de la cognitiva cuando señala “Otros reconocen no tener ni idea” (dificultades) o “Los matemáticos de España (alumnado de máster) sí habían visto la situación del cumpleaños” (conocimientos previos). Al igual que en el de @AnaBayes, se aborda, en la faceta afectiva, la cuestión de las creencias hacia la probabilidad. Sin embargo, también se alude a la influencia de las creencias en el ámbito escolar, tanto aquellas del docente, como las del alumnado, como la relación entre ellas:

me han hecho ver que la forma en la que nos acercamos a la probabilidad, especialmente en el ámbito escolar, está muy influida por la definición clásica o de Laplace, partiendo de ella para definir el concepto y pudiendo llegar, si hay suerte con el profe, a la frecuencial. (@lrguezmuniz.2)

En lo que respecta a la faceta interaccional, el hilo de @lrguezmuniz detalla episodios de aula en los que, explícitamente, se interacciona alrededor de las situaciones-problema propuestas: “También con la lluvia pudimos discutir y confrontar creencias”. Por su parte, la faceta mediacional queda claramente representada en el hilo cuando alude al uso de la aplicación en línea Mentimeter, con la que se pueden realizar encuestas, visualizando los resultados en directo. Por último, la faceta ecológica se identifica cuando relaciona la actividad que describe con la formación de profesorado: “Lo hemos trabajado con matemáticos en Italia y España y con maestros de Primaria en España”.

De este análisis se desprende que estamos ante dos hilos de diferente naturaleza. Mientras que el de @AnaBayes, dirigido a un público general, se centra casi en exclusiva en la faceta epistémica y en las creencias hacia la probabilidad; @lrguezmuniz se dirige a un público especializado (docentes en ejercicio o FPM), lo que se traduce en que aparecen representadas todas las facetas del CDM.

## **Análisis de las producciones de los FPM alrededor de los hilos**

La codificación de las respuestas de los FPM se hizo empleando el sistema resultante del análisis experto descrito en la sección anterior, añadiendo únicamente un par de códigos para distinguir, en la tarea 2, si los FPM percibían el hilo dirigido a público general o especializado (docentes de matemáticas).

De las respuestas a la tarea 2, destaca, en primer lugar, que la práctica totalidad de los FPM distinguen claramente y de forma explícita que el hilo de @lrguezmuniz va dirigido a un público especializado formado por docentes en formación o en ejercicio, mientras que el de @AnaBayes tiene un carácter más divulgativo y va dirigido a un público más general:

El primero parece estar destinado a gente con conocimiento en docencia y con conocimiento previo. Frente a la segunda, que emplea un lenguaje más cotidiano y accesible a todo el mundo. Es decir, su público es distinto, el del primero son docentes y el de la segunda cualquiera interesado con estudios básicos. (B8)

Sería esperable que la rotundidad a la hora de distinguir a qué público se dirige cada hilo se tradujera en una identificación de conocimientos puestos en juego cualitativamente diferente en uno y en otro. O que, para explicar las diferencias entre uno y otro hilo, se aludiera implícitamente a las distintas facetas del CDM. Esto, como veremos, no es así.

En general, los participantes identifican con mayor o menor acierto y/o detalle aspectos de la faceta epistémica. El caso de A4 es ilustrativo, cuando al resumir el hilo de @lrguezmuniz se expresa así: “Las definiciones frecuencial, axiomática y laplaciana y la necesidad de diferenciarlas, entenderlas y trabajarlas.” O cuando identifica los conocimientos del hilo de @AnaBayes: “Teorema de Bayes y estadística básica. Es importante tener claro el significado de la interpretación subjetiva de la probabilidad”.

Solo unos pocos FPM identifican algunos elementos de otras facetas. Es destacable que ninguna de las parejas señale el uso de Mentimeter al resumir el hilo de @lrguezmuniz, lo cual constituiría una alusión a lo mediacional. Tampoco aparecen menciones claras a la faceta interaccional, que podrían venir dadas cuando en el hilo de @lrguezmuniz se describen interacciones. En lo que respecta a la faceta cognitiva, únicamente una pareja (A3) hace referencia ella, al aludir a las respuestas del alumnado: “muestra probabilidades que han dado personas con distinto nivel de conocimientos y que algunos han acertado y otros no”.

Cinco parejas de FPM señalan elementos de la faceta ecológica en el hilo de @lrguezmuniz, haciendo mención tanto al papel de la investigación en formación de profesorado como al ámbito escolar. Es el caso de B6: “Se plantea una encuesta con varias preguntas de probabilidad entre docentes de diversos ámbitos y valoran los resultados relacionándolos con el problema del cumpleaños” o de A8: “propone realizar esto en el aula”.

Por último, observamos que once de las parejas de FPM identifican elementos de la faceta afectiva (creencias) en sus análisis de los hilos, tanto en el de @AnaBayes: “la

autora explica qué es la probabilidad, cómo calcularla en algunos casos específicos y acaba explicando el teorema de Bayes” (B6), como en el de @lrguezmuniz:

En este hilo se presenta la concepción que se tiene de la probabilidad, ya que se tiende a enseñar que siempre hay solo una respuesta correcta, cuando esto no siempre es así, ya que hay situaciones en las que intervienen procesos que no podemos predecir. (A3).

### **Cuentas identificadas por los participantes como importantes y sus motivos**

En la tercera tarea, los FPM debían señalar al menos cinco cuentas que considerasen importantes para su desarrollo profesional, señalando los motivos que los llevan a seleccionarlas. En total, se recogen 87 respuestas y sus correspondientes justificaciones. En primer lugar, destacamos que existe gran variedad en cuanto a las cuentas mencionadas. Los FPM señalan 48 cuentas distintas, la distribución de los datos es bastante dispersa, con una razón de variación de 0.9 y con solo ocho cuentas mencionadas por más de tres parejas (@edusadeci, @pbeltranp, @SergioMJGR, @AnaBayes, @picanumeros, @mike\_mates, @QuantumFracture y @3blue1brown). La dispersión puede deberse a que los FPM todavía no hacen un uso habitual orientado al ámbito educativo (Veletsianos & Kimmons, 2016).

Las fuentes de Twitter empleadas por los FPM también son cercanas a su contexto sociocultural, ya que la mayoría de las cuentas (más del 80%) son de usuarios españoles. En este sentido, Alwafi (2021), al analizar las interacciones de profesores en Twitter antes y durante la pandemia producida por el COVID-19, constata que la mayoría de las interacciones de los profesores fueron con profesores de disciplinas similares y del mismo país.

En cuanto a contenidos y temática, cabe destacar que los FPM señalan como cuentas importantes para su desarrollo profesional aquellas vinculadas con contenidos relativos a la disciplina que van a enseñar. Salvo una, centrada en competencia digital, el resto de las 48 cuentas mencionadas tienen relación directa con las matemáticas y la ciencia o con la enseñanza de las matemáticas y de las ciencias. Este hecho va en la línea de lo apuntado en el estudio de Risser (2013) donde una profesora de matemáticas novel interacciona principalmente con cuentas de otros docentes de matemáticas y también con los resultados reportados por Marcelo y Marcelo (2021) que señalan que las etiquetas o hashtag más empleadas en España hacen referencia a los contenidos a impartir debido a que el contenido que se enseña es una de las principales preocupaciones de los docentes (Berry et al., 2016). Este hecho se acentúa en el caso de las ciencias y las matemáticas, ya que, a través de un análisis de modularidad de distintas cuentas educativas, Marcelo y Marcelo (2021) distinguen cinco grupos o conglomerados de referentes educativos en Twitter, donde uno de ellos es un grupo específico que tienen en común la enseñanza de las ciencias y las matemáticas.

Para profundizar sobre el análisis de los motivos explicitados por los FPM, presentamos en la Tabla 2 las categorías que emergen de la codificación de las respuestas:

**Tabla 2**

*Categorías que emergen en la tarea 3.*

Cat.	Descripción	N.º producciones (N=87)	Ejemplos
C1	representa, explica y aclara contenidos matemáticos (avanzados, extracurriculares, ...) para todos los públicos.	37	“Explica temas de matemáticas avanzadas curiosos y de un modo accesible a un agente que puede no ser experto en la materia”
C2	representa, explica y aclara contenidos matemáticos escolares dirigidos al alumnado.	19	“Da métodos sencillos para resolver ejercicios del nivel que se quiera dar”
C3	Comparte aspectos referidos a la docencia de las matemáticas (reflexiones sobre prácticas realizadas, experiencias, metodologías, currículo, etc.)	19	“[...] entrevistan a profesores de matemáticas sobre metodologías modernas de enseñanza”
C4	tiene asociado un canal de YouTube con recursos audiovisuales útiles para el aula.	17	“Tiene videos en YouTube muy amenos y de divulgación”.
C5	representa conexiones de las matemáticas con la actualidad, la realidad, los medios de comunicación u otras ciencias.	16	“Muestra lugares, imágenes o situaciones de la vida real donde, aunque no lo parezca, hay matemáticas”
C6	propone actividades de clase para ser llevadas al aula.	14	“Propone muchas actividades relacionadas con Geogebra”
C7	recomienda a otras cuentas, otros hilos o publicaciones que son de interés.	13	“Puede servir como fuente de búsqueda (por retweets) de otras cuentas”
C8	Informa de eventos interesantes (encuentros, congresos y cursos) para la formación continua.	11	“Dan información sobre eventos de promoción de las matemáticas”
C9	Fomenta la interacción entre followers a través de sus hilos, generando debates interesantes.	8	“Cuenta con hilos claros y concisos, y con muchas interacciones, lo que permite el debate enriquecedor en cada hilo”

En la categoría C1, hallamos comentarios dirigidos a cuentas destacadas por los FPM que tratan temas matemáticos avanzados, extracurriculares o históricos, frecuentemente usando términos como "divulgación matemática". Ibáñez et al. (2020) definen la divulgación matemática como una forma de hacer accesible la matemática a todos, independientemente del nivel de estudios, presentándola como un bien social y universal. La mayoría de los FPM consideran estas cuentas útiles para su desarrollo profesional, destacando su habilidad para transmitir matemáticas a un público general

(“Consideramos que es una cuenta que acerca las matemáticas a personas no especializadas en dicha ciencia. Es interesante ver cómo explica temas matemáticos complejos de una manera sencilla y visual”).

Además, los comentarios de la categoría C1 se asocian a menudo con comentarios sobre la relación entre matemáticas y actualidad o naturaleza (C5), el uso de videos de YouTube como recurso (C4), y la aplicación de estos videos en Secundaria o Bachillerato para fomentar interés y profundizar en los contenidos (C2). Entre las cuentas mencionadas por los FPM con comentarios de la categoría C1 se incluyen @edusadeci, @claragrama, @AnaBayes, @QuantumFracture y @mike\_mates en España, y @3blue1brown, @standupmath o @numberphile a nivel internacional. Cabe observar que el interés en la divulgación matemática ya se observó en el cuestionario inicial.

Los FPM también hacen comentarios sobre cuentas que elaboran contenido para presentar, explicar y aclarar contenidos matemáticos escolares (C2). Estas cuentas son valoradas por los FPM por su capacidad para aportar ejemplos detallados a diferentes niveles educativos y ofrecer una preparación experta para la PAU y el Bachillerato (“te aporta gran cantidad de ejemplos a diferentes niveles educativos explicados detalladamente”). Estos comentarios también se asocian a las categorías C4 y C6, relacionadas con los videotutoriales y las actividades para el aula. Algunas de las cuentas mencionadas en esta categoría son @unicooos, @matescercanas, @juanmemol o @matematicasPAU.

En la categoría C3, los FPM valoran cuentas que comparten reflexiones y experiencias sobre la docencia de las matemáticas, incluyendo prácticas en el aula, enfoques metodológicos y reflexiones sobre el currículo, destacando el término “didáctica” (“como docente en secundaria puede dar una visión o enfoque más práctico [...] abriendo mentes para cambiar la perspectiva desde donde se enseñan algunos conceptos”). Estos comentarios a menudo van acompañados de referencias a las actividades para el aula, categoría C5. Algunas de las cuentas mencionadas en esta categoría son @pbeltranp, @SergioMJGR, @marcos\_oaoa, @lrguezmuniz, @profebernabeu o @MakeMathMoments.

La abundante presencia de comentarios correspondientes a la categoría 4 apunta a que los FPM realizan un uso educativo combinado de distintas redes sociales, en este caso Twitter y YouTube basado en la búsqueda de recursos. Más de un tercio de las 48 cuentas de Twitter mencionadas por los FPM están vinculadas a canales de YouTube, donde se encuentran videos de contenido matemático. Estos vídeos pueden distinguirse en dos clases atendiendo a las categorías 1 y 2 anteriormente mencionadas. Por un lado, los dedicados a distintos contenidos matemáticos, en muchas ocasiones, de carácter avanzado o sobre historia de la matemática (como los de @edusadeci, @3blue1brown o @lemnismath), que además de por su valor divulgativo, también son valorados por los FPM para mejorar las actitudes matemáticas de los estudiantes y su empleo en clase para la motivación o profundización (“Sus vídeos de YouTube motivarán a muchos alumnos a interesarse por contenidos extracurriculares”). Estos comentarios van en la línea de lo apuntando

por Ibáñez et al. (2020) sobre la adecuación de las redes sociales Twitter y YouTube para divulgar matemáticas, el auge de esta actividad en estos últimos años y su rol para conseguir la motivación del alumnado y para mejorar su actitud ante las matemáticas.

Por otro lado, otros vídeos son videotutoriales dedicados a presentar distintos procedimientos para resolver problemas matemáticos escolares de Secundaria y Bachillerato (como @unicoos, @juanmemol o @matescercanas) y son valorados positivamente por los FPM debido a su buen acabado y sencilla implementación en el aula (“Tiene videos introductorios bien producidos a nivel ESO/Bachillerato de temas de física y matemáticas”). El uso de videotutoriales en YouTube como recurso para el aprendizaje está muy extendido puesto que los escolares usan estos recursos para solucionar aspectos concretos de contenidos o procedimientos de las matemáticas escolares (Jones & Cuthrell, 2011; Pattier, 2022) y prefieren este tipo de recursos por su disponibilidad, privacidad, facilidad de uso y adaptación a su propio ritmo de aprendizaje (Esparza & Sánchez, 2021). No obstante, los docentes deben ser extremadamente cuidadosos en su selección, valoración y empleo como recurso ya que muchos de estos videos contienen errores matemáticos, un nivel bajo de idoneidad didáctica (Beltrán-Pellicer et al., 2018) y la práctica pedagógica subyacente en ellos se encuadra con la clase magistral ya que es claramente explicativa, aunque de menor duración (Pattier, 2022).

Mostrar las conexiones de las matemáticas es otro de los aspectos valorados por los FPM. Entre los comentarios de la categoría 5 se encuentran conexiones de las matemáticas con la actualidad y los medios de comunicación (“Muchos de sus hilos pretenden relacionar las mates con el mundo real y sus problemas”) o conexiones interdisciplinarias con otras ciencias (“Aporta noticias actuales sobre tecnología y ciencia con las que puedes motivar al alumnado”). También otros motivos que mencionan los FPM es que la cuenta muestre actividades o tareas que puedan llevarse al aula en la categoría 6 (“Aporta ideas de actividades didácticas para implementar en el aula”).

Siguiendo con el análisis de contenidos presente en las cuentas mencionadas y los motivos por los que los FPM las identifican como importantes para su desarrollo profesional, pueden distinguirse distintas cuentas institucionales como @fespm, @rsme, @\_seiem o @Dimatematicas donde los argumentos empleados obedecen principalmente a las categorías 7 y 8. Los FPM señalan que estas cuentas permiten identificar otras cuentas personales e hilos de calidad, así como estar informados de eventos y congresos de interés:

Al ser una cuenta oficial no publicará hilos ella misma, pero servirá de nexo y altavoz a los mejores hilos sobre matemáticas. Además, sirve como noticiero casi inmediato sobre eventos y noticias relacionados con las matemáticas. Al ser una cuenta oficial le podemos otorgar cierta credibilidad a los hilos que cita.

En menor medida, encontramos unos pocos comentarios de la categoría 9 que inciden en la interacción que se produce en una cuenta determinada entre distintos usuarios a través de sus hilos y generando debates.

## **Conclusiones**

Uno de los objetivos específicos del trabajo era explorar cómo los FPM analizan hilos de diferente naturaleza, bien sea divulgativa o didáctica, y su posible utilidad para docentes de matemáticas. En ese sentido, el análisis experto de los dos hilos seleccionados, según las categorías del CDM, ha revelado que el orientado a un público más amplio y general se centra casi exclusivamente en la faceta epistémica (contenido matemático propiamente dicho). En cambio, el mismo análisis realizado sobre el hilo más orientado a docentes de matemáticas, bien en formación o en ejercicio, identifica componentes de las demás facetas del conocimiento del profesor, como son dificultades, gestión de aula, recursos, etc.). Esto evidencia cierta carencia en la competencia general de análisis e intervención didáctica y conocimientos didácticos (Godino, et al., 2017), ya que los FPM que participaron en esta experiencia, a pesar de identificar sin dificultad que los hilos van orientados a públicos diferentes, no son capaces, salvo excepciones, de explicitar que estas diferencias se deben a diferentes facetas del conocimiento didáctico matemático necesario para un profesor de matemáticas.

El segundo objetivo específico consistía en indagar en el tipo de cuentas que identifican como importantes en su desarrollo profesional y los motivos. Los resultados indican que los FPM siguen cuentas relacionadas con la materia que imparten. A pesar de que gran parte de los participantes manifiestan no usar Twitter o no hacerlo de forma activa, en los motivos que aluden se perciben diferencias en la naturaleza de tres tipos de contenido presentes en las cuentas (divulgación matemática, conocimiento matemático escolar y conocimiento didáctico-matemático) y son coincidentes con algunos de los motivos más comunes ya señalados en estudio anteriores con docentes en activo (Larsen & Parrish, 2019; Marcelo-Martínez et al., 2023) como encontrar recursos de otros docentes. Sin embargo, no encontramos evidencias de comentarios por parte de los FPM que hagan referencia a la obtención de apoyo emocional o dialogar con otros docentes como uno de los motivos de uso de Twitter que sí aparecían en otros estudios. Podemos sugerir que para este tipo de motivación es necesario un uso activo de Twitter.

Aunque nuestros objetivos no suponían la evaluación del CDM de los FPM, algunas de las respuestas y comentarios que se han analizado sugieren que, si bien los FPM se centran en la faceta epistémica, existen carencias en el CDM sobre probabilidad. Otros trabajos, como el de Valenzuela-Ruiz et al. (2023) también han mostrado que existen puntos de mejora en la formación de los FPM en este sentido, por lo que sería interesante profundizar en este aspecto y comparar con docentes en activo.

Como limitación de este trabajo cabe mencionar que se trata de una experiencia con una muestra pequeña por conveniencia, por lo que son necesarios nuevos estudios que permitan indagar en las percepciones y uso de Twitter de los FPM. Por otro lado, los participantes trabajaron en parejas, lo cual implica que no resulta posible diferenciar las respuestas de usuarios activos de los que no.

### **Agradecimientos**

Investigación realizada como parte del proyecto de investigación PID2019-105601GB-I00 / AEI / 10.13039/501100011033, con apoyo del Grupo S60\_20R - Investigación en Educación Matemática (Gobierno de Aragón y Fondo Social Europeo).

### **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 y diseño de la investigación, PBP, SMJ y JME.; recogida de datos, PBP, SMJ y JME.; análisis del cuestionario inicial, SMJ; codificación inicial de los hilos y producciones, PBP; revisión de la codificación, SMJ y JME; codificación de la tarea de las cuentas, JME; revisión de dicha tarea, PBP y SMJ; redacción, revisión y edición, PBP, SMJ y JME; adquisición de financiación, PBP, SMJ y JME.

### **Referencias**

- Alsina, Á. y Rodríguez-Muñiz, L.J. (2021). Hilos de estadística y probabilidad en Twitter: Una nueva herramienta para el desarrollo profesional del profesorado de matemáticas. *Educação Matemática Pesquisa*, 23(4), 21-53. <https://doi.org/10.23925/983-3156.2021v23i4p021-053>
- Alwafi, E. (2021). Tracing changes in teachers' professional learning network on Twitter: Comparison of teachers' social network structure and content of interaction before and during the COVID-19 pandemic. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(6), 1653-1665. <https://doi.org/10.1111/jcal.12607>
- Arce, M., Conejo, L. y Muñoz, J.M. (2019). *Aprendizaje y enseñanza de las matemáticas*. Síntesis.
- Ball, D.L., Hill, H.C. y Bass, H. (2005). Knowing mathematics for teaching. Who Knows Mathematics Well Enough To Teach Third Grade, and How Can We Decide? *American Educator*, Fall, 14-22. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2006.02.001>
- Beltrán-Pellicer, P., Giacomone, B. y Burgos, M. (2018). Online educational videos according to specific didactics: the case of mathematics / Los vídeos educativos en línea desde las didácticas específicas: el caso de las matemáticas. *Cultura y Educacion*, 30(4), 633-662. <https://doi.org/10.1080/11356405.2018.1524651>
- Berry, A., Depaepe, F. y Van-Driel, J.H. (2016). *Pedagogical content knowledge in teacher education*. Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-10-0366-0\\_9](https://doi.org/10.1007/978-981-10-0366-0_9)
- Blömeke, S., Hsieh, F.-J., Kaiser, G. y Schmidt, W.H. (Eds.). (2014). *International Perspectives on Teacher Knowledge, Beliefs and Opportunities to Learn: TEDS-M Results*. Springer Netherlands.
- Borko, H. (2004). Professional Development and Teacher Learning: Mapping the Terrain. *Educational Researcher*, 33(8), 3-15. <https://doi.org/10.3102/0013189X033008003>

- Carpenter, J.P., Kimmons, R., Short, C.R., Clements, K. y Staples, M.E. (2019). Teacher identity and crossing the professional-personal divide on twitter. *Teaching and Teacher Education*, 81, 1-12. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.01.011>
- Carpenter, J.P. y Krutka, D.G. (2014). How and Why Educators Use Twitter: A Survey of the Field. *Journal of Research on Technology in Education*, 46(4), 414-434. <https://doi.org/10.1080/15391523.2014.925701>
- Carpenter, J.P., Shelton, C.C. y Schroeder, S.E. (2022). The education influencer: A new player in the educator professional landscape. *Journal of Research on Technology in Education*, 1-16. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2030267>
- Carpenter, J.P., Tur, G. y Marín, V.I. (2016). What do US and Spanish pre-service teachers think about educational and professional use of Twitter? A comparative study. *Teaching and Teacher Education*, 60, 131-143. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2016.08.011>
- Carrillo-Yañez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L.C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., ... y Muñoz-Catalán, M.C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20(3), 236-253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>
- Esparza, D.S. y Sánchez, M. (2021). Students' perspectives on using YouTube as a source of mathematical help: the case of 'julioprofe'. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 54(6), 1054-1066. <https://doi.org/10.1080/0020739X.2021.1988165>
- Fernández, M., Postigo-Fuentes, A.Y., Pérez, L. y Alcaraz, N. (2022). Cómo hacer investigación cualitativa en el área de tecnología educativa. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa*, 13, 93-116. <https://doi.org/10.6018/riite.547251>
- Godino, J.D., Batanero, C., Font, V. y Giacomone, B. (2017). Enfoque Ontosemiótico de los Conocimientos y Competencias del Profesor de Matemáticas. *Bolema*, 31(57), 90-113. <https://doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a05>
- Hart, J. E. y Steinbrecher, T. (2011). OMG! Exploring and Learning from Teachers' Personal and Professional Uses of Facebook. *Action in Teacher Education*, 33(4), 320-328. <https://doi.org/10.1080/01626620.2011.620515>
- Hawley, W. D. y Valli, L. (2007). Design principles for learner-centered professional development. En W.D. Hawley y D.L. Rollie (Eds.), *The keys to effective schools: Educational reform as continuous improvement* (pp. 117-137). Corwin Press.
- Ibáñez, R., Alegría, P., Blasco, F., Pérez, A. y Timón García-Longoria, Á. (2020). Divulgación de las Matemáticas. En D. Martín, T. Chacón, G. Curbera, F. Marcellán y M. Siles (Eds.), *Libro blanco de las matemáticas* (pp. 421-481). RSME y Fundación Ramón Areces.
- Jones, T. y Cuthrell, K. (2011). YouTube: Educational potentials and pitfalls. *Computers in the Schools*, 28(1), 75-85. <https://doi.org/10.1080/07380569.2011.553149>
- Larsen, J. (2019). *Mathematics teaching and social media: An emergent space for resilient professional activity*. Simon Fraser University.
- Larsen, J. y Parrish, C.W. (2019). Community building in the MTBoS: Mathematics educators establishing value in resources exchanged in an online practitioner

- community. *Educational Media International*, 56(4), 313-327. <https://doi.org/10.1080/09523987.2019.1681105>
- Luo, T., Freeman, C. y Stefaniak, J. (2020). "Like, comment, and share"—professional development through social media in higher education: A systematic review. *Educational Technology Research and Development*, 68(4), 1659–1683. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09790-5>
- Marcelo, C. y Marcelo, P. (2021). Educational influencers on Twitter. Analysis of hashtags and relationship structure. *Comunicar*, 29(68), 73-83. <https://doi.org/10.3916/C68-2021-06>
- Marcelo-Martínez, P., Yot-Domínguez, C.R. y Marcelo, C. (2023). Los docentes y las redes sociales. Usos y motivaciones. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(72). <http://dx.doi.org/10.6018/red.523561>
- Pattier, D. (2022). Enseñando matemáticas a través de YouTube: El caso de los edutubers españoles. *Digital Education Review*, 42, 65-80. <https://doi.org/10.1344/der.2022.42.65-80>
- Risser, H.S. (2013). Virtual induction: A novice teacher's use of Twitter to form an informal mentoring network. *Teaching and teacher education*, 35, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2013.05.001>
- Shulman, L.S. (1986). Those who understand: Knowledge growth in teaching. *Educational Researcher*, 15(2), 4–14. <https://doi.org/10.2307/1175860>
- Sprinthall, N.A, Reiman, A.J y Thies-Sprinthall, L. (1996). Teacher professional development. En J. Sikula (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 666–703). Macmillan.
- Rowland, T. y Ruthven, K. (2011). Mathematical knowledge in teaching. In *Mathematical knowledge in teaching* (pp. 1–5). Springer.
- Valenzuela-Ruiz, S.M., Batanero, C., Begué, N. y Garzón-Guerrero, J.A. (2023). Conocimiento didáctico-matemático sobre la distribución de la media muestral de profesorado de bachillerato en formación. *Uniciencia*, 37(1), 1-20. <http://dx.doi.org/10.15359/ru.37-1.3>
- Veletsianos, G. y Kimmons, R. (2016). Scholars in an increasingly open and digital world: How do education professors and students use Twitter? *The Internet and Higher Education*, 30, 1-10. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2016.02.002>
- Wenger, E. (2000). Communities of Practice and Social Learning Systems. *Organization*, 7(2), 225-246. <https://doi.org/10.1177/135050840072002>
- Xing, W. y Gao, F. (2018). Exploring the relationship between online discourse and commitment in Twitter professional learning communities. *Computers & Education*, 126, 388-398. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.08.010>

# Transformando las actitudes hacia la estadística y su enseñanza: un estudio exploratorio con maestras de educación infantil

Claudia VÁSQUEZ

## Datos de contacto:

Claudia Vásquez  
Pontificia Universidad Católica  
de Chile  
[cavasque@uc.cl](mailto:cavasque@uc.cl)

Recibido: 21/04/2023  
Aceptado: 11/06/2023

## **RESUMEN**

Este estudio determinar el impacto de un taller formativo sobre enseñanza de la estadística en educación infantil en las actitudes hacia la estadística y su enseñanza de 37 maestras de educación infantil. Para ello, se consideró un enfoque metodológico mixto que consideró la aplicación de una escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza antes y después del taller formativo. Lo anterior, fue complementado con la valoración del grado de satisfacción global de la experiencia formativa; incluyendo aquellos aspectos que las maestras consideran necesarios abordar o mejorar en implementaciones futuras. Los resultados indican un cambio significativo en las actitudes de las maestras participantes, en todos los componentes de la escala. Así a partir de los resultados se evidencia que las actitudes de las maestras de infantil hacia la estadística y su enseñanza se pueden transformar en el contexto de un taller formativo fundamentado en la caracterización de los conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil y en el enfoque de los itinerarios de enseñanza de las matemáticas. Por consiguiente, se concluye que es imperativo ofrecer al profesorado de esta etapa educativa oportunidades de desarrollo profesional que les permitan mejorar sus actitudes hacia la estadística y su enseñanza y, por qué no, potenciar sus conocimientos matemáticos y didácticos en torno a la enseñanza de la estadística en educación infantil.

**PALABRAS CLAVE:** enseñanza de la estadística; actitudes; educación infantil; desarrollo profesional.

## ***Transforming attitudes towards statistics and its teaching: an exploratory study with early childhood teachers***

### **ABSTRACT**

This study determined the impact of a training workshop on teaching statistics in early childhood education on the attitudes towards statistics and its teaching of 37 early childhood education teachers. For this purpose, a mixed methodological approach was used, which considered the application of a scale of attitudes towards statistics and its teaching before and after the training workshop. This was complemented with the assessment of the overall satisfaction with the training experience, including those aspects that the teachers considered necessary to address or improve in future implementations. The results indicate a significant change in the attitudes of the participating teachers in all the components of the scale. Thus, it is evident from the results that the attitudes of the pre-school teachers towards statistics and its teaching can be transformed in the context of a training workshop based on the characterisation of knowledge for teaching mathematics in pre-school education and on the approach of the mathematics teaching itineraries. Therefore, it is concluded that it is imperative to provide early childhood teachers with professional development opportunities to improve their attitudes towards statistics and its teaching and, why not, to enhance their mathematical and didactical knowledge about teaching statistics in early childhood education.

**KEYWORDS:** statistics education, attitudes; early childhood education; professional development.

### **Introducción**

La educación estadística ha comenzado a ganar terreno en los currículos de matemáticas de educación infantil de diversos países (Vásquez & Cabrera, 2022). Sin embargo, su inclusión no es reciente y se remonta al año 2000 cuando el Consejo Nacional de Profesores de Matemática de los Estados Unidos (*National Council Teachers of Mathematics* [NCTM]) incorpora en los *Principles and Standards for School Mathematics* (NCTM, 2003), el bloque de contenidos de Análisis de datos y probabilidad desde los 3 años. Ello con el propósito de que los más pequeños comiencen a desarrollar progresivamente su conocimiento informal e intuitivo para llegar a comprender los datos, el análisis de los datos y de la estadística (NCTM, 2003). Esto conlleva un reto para el profesorado de esta etapa educativa, pues en muchos casos no cuentan con los conocimientos disciplinares y didácticos para ejercer una enseñanza eficaz de la estadística en el aula (Alsina, 2012, 2017; Díaz-Levicoy et al., 2017, 2021; Vásquez et al., 2018). O bien, se perciben incompetentes para llevar a cabo su enseñanza pese a valorar su importancia en la vida diaria y profesional (Vásquez et

al., 2019) y, por tanto, muchas veces evitan su enseñanza o la dejan como uno de los últimos temas a tratar dentro de la programación anual del curso (Vásquez & Cabrera, 2022).

En consecuencia, se evidencia la necesidad de contar con profesores con un conocimiento didáctico y disciplinar adecuado al nivel y a la vez consientes de la importancia de ofrecer oportunidades de aprendizaje de calidad que promuevan el desarrollo conocimientos y competencias necesarios para interpretar críticamente la gran avalancha de datos de nuestro entorno, con el objeto de obtener conclusiones acerca de ellos y tomar decisiones de manera informada. Por ende, es necesario prestar atención al conocimiento del profesorado para enseñar estadística en la etapa de educación infantil. No obstante, un aspecto importante a considerar, en el desarrollo de los conocimientos que debe tener el profesor para enseñar en este nivel educativo, y que forma parte de los focos de investigación en educación matemática infantil, es el componente afectivo (Alsina, 2019a), pues “si un profesor no valora un tema, le parece que no está preparado para impartirlo o le disgusta, no logrará un aprendizaje efectivo por parte de los alumnos” (Estrada & Batanero, 2015, p. 239).

Por tanto, es necesario dar valor y reforzar el componente afectivo en la formación del profesorado e indagar en las actitudes que estos presentan en relación con la estadística y su enseñanza. Esto con el propósito de entender de una forma más completa el conocimiento del profesorado que enseña estadística en infantil, y ofrecer instancias de desarrollo profesional que promuevan su mejora. Si bien los estudios referidos a las actitudes del profesorado de infantil hacia la estadística y su enseñanza son aún escasos, ya se comienzan a reportar algunos resultados. A este respecto, Vásquez et al. (2019), analizan las actitudes de futuras maestras de infantil hacia la estadística y su enseñanza. Los resultados señalan que, si bien las futuras maestras valoran la utilidad e importancia de la estadística y su enseñanza, su autopercepción en cuanto a conocimientos disciplinares y didácticos es baja. Asimismo, Samuel et al. (2021) miden las actitudes hacia la estadística de futuras maestras de infantil, evidenciando una actitud levemente positiva a la estadística como disciplina científica.

Lo anterior, sugiere la urgente necesidad de ofrecer al profesorado de este nivel educativo, instancias de desarrollo profesional que contribuyan a fortalecer su conocimiento disciplinar y didáctico, y a la vez permitan promover actitudes positivas hacia la estadística y su enseñanza, con el propósito de contribuir a favorecer una enseñanza eficaz de la estadística desde las primeras edades.

Considerando estos antecedentes, este estudio tiene por objetivo indagar en las actitudes del profesorado de educación infantil respecto de la estadística y su enseñanza; y evaluar cómo estas son impactadas producto de un taller formativo fundamentado en la caracterización de los Conocimientos para Enseñar Matemáticas en Educación Infantil (Alsina & Delgado, 2021, 2022) y en el Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas (Alsina, 2019a, 2022).

## ***Fundamentación teórica***

Considerando las finalidades de este estudio, en lo que sigue, se describe en primer lugar, la caracterización de los Conocimientos para Enseñar Matemáticas en Educación

Infantil, haciendo hincapié en el Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas, pues estos dan el sustento al diseño e implementación del taller formativo; y, en segundo lugar, se presenta la perspectiva teórica adoptada en cuanto a la medición de las actitudes hacia la estadística y su enseñanza.

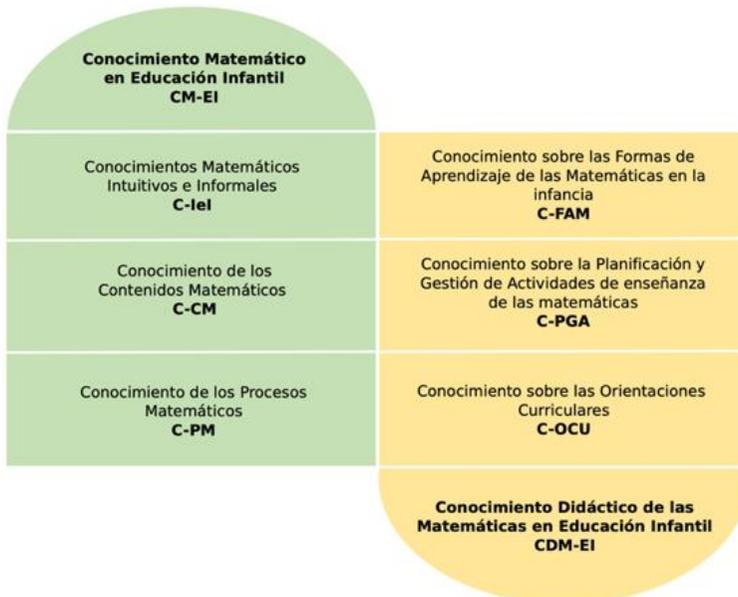
### **Caracterización de los Conocimientos para Enseñar Matemáticas en Educación Infantil**

La caracterización de los Conocimientos para Enseñar Matemáticas en Educación Infantil (CEM-EI) propuesta por Alsina y Delgado (2021, 2022), se ha desarrollado a partir de una revisión exhaustiva de los estudios realizados por diversos autores respecto al conocimiento del profesorado en esta etapa educativa (e.g., Mosvold et al., 2011; Hundeland et al., 2017; Muñoz-Catalán et al., 2019). Y, a la vez, se fundamenta en las características específicas de la enseñanza y el aprendizaje de las matemáticas en educación infantil (Alsina, 2020).

Desde esta perspectiva, y en sintonía con los principales modelos que permiten caracterizar los conocimientos y las competencias que debería tener un profesor para enseñar matemáticas (e.g. Rowland et al., 2005; Ball et al., 2008; Godino et al., 2017; Carrillo et al., 2018), la caracterización de los CEM-EI (Figura 1) propone dos tipos de conocimientos interrelacionados: Conocimiento Matemático en Educación Infantil (CM-EI) y el Conocimiento Didáctico de las Matemáticas en Educación Infantil (CDM-EI).

**Figura 1**

*Caracterización de los Conocimientos para Enseñar Matemáticas en Educación Infantil. Fuente: Alsina y Delgado (2021, p. 6)*



El CM-EI, se refiere al conocimiento matemático específico y estructurado que requiere el profesorado para promover el desarrollo de la competencia matemática, es decir, de los conocimientos y habilidades matemáticas de los niños de la etapa de infantil. Este tipo de conocimiento incluye los siguientes subtipos:

- a) *Conocimientos Matemáticos Intuitivos e Informales (C-IeI)*. Se refiere al conocimiento que el profesorado debe poseer sobre las primeras matemáticas, intuitivas e informales, que los niños de la primera infancia usan en situaciones de exploración del entorno, manipulación y juego, además del papel que estas juegan en su desarrollo como un eslabón imprescindible para el acceso a las matemáticas más formales (Baroody, 2000).
- b) *Conocimiento de los Contenidos Matemáticos (C-CM)*. Considera al conocimiento que debe tener el profesorado sobre las matemáticas que pueden movilizar los niños de esta etapa educativa; de una manera más profunda y diferente a como debe saberlo el alumno.
- c) *Conocimiento de los Procesos Matemáticos (C-PM)*. Se entiende como aquel conocimiento que el profesorado debe poner en juego para construir conocimiento y desarrollar habilidades matemáticas en los niños de infantil (Alsina et al., 2021). Por ende, requiere que el profesorado cuente con conocimiento sobre qué es un problema; qué estrategias y heurísticas se pueden utilizar; cómo, por qué y para qué se argumenta; cuáles son los diferentes tipos de razonamiento; o cómo utilizar diversas representaciones y símbolos matemáticos, así como sobre el lenguaje para comunicar ideas matemáticas (NCTM, 2003).

En cuanto al CDM-EI, este se refiere a los conocimientos didácticos y psicopedagógicos que requiere el profesorado para alcanzar una comprensión profunda sobre cómo aprenden matemáticas los niños y cómo se enseñan en educación infantil, ya que existen rasgos distintivos de la enseñanza y el aprendizaje en esta etapa educativa. Este tipo de conocimiento incluye los siguientes subtipos:

- a) *Conocimiento sobre las Formas de Aprendizaje de las Matemáticas en la Infancia (C-FAM)*. Se refiere al conjunto de conocimientos que debe tener el profesor sobre cómo aprenden matemáticas los niños de 0 a 6 años; así como de aquellos elementos que influyen en un aprendizaje eficaz de las matemáticas en estas edades.
- b) *Conocimiento sobre la Planificación y Gestión de Actividades de enseñanza de las matemáticas (C-PGA)*. Se refiere a los conocimientos del profesorado en relación con el diseño de itinerarios o secuencias de enseñanza para promover el desarrollo de la competencia matemática. Para ello, Alsina (2019a, 2022) propone el Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas (EIEM), que parte de la base que el desarrollo de la competencia matemática en las primeras edades se debería llevar a cabo a través de itinerarios de enseñanza. Entendiendo por "itinerario" como una secuencia de enseñanza intencionada que contempla tres niveles: 1) contextos informales, que permiten visualizar las ideas matemáticas de manera concreta (situaciones de vida cotidiana, materiales manipulativos y juegos); 2) contextos intermedios, que a través de la exploración y la reflexión conducen a la esquematización y modelización progresiva del conocimiento matemático

(recursos literarios y tecnológicos); y 3) contextos formales, en los que se trabaja la representación y formalización del conocimiento matemático con procedimientos y notaciones convencionales para completar de esta forma el aprendizaje desde lo concreto hasta lo simbólico (recursos gráficos).

Además, el subtipo C-PGA, considera al conocimiento del profesorado respecto de las acciones a llevar a cabo en el aula para fomentar el desarrollo de los conocimientos y habilidades matemáticas en los niños, lo cual se relaciona directamente con la gestión de los itinerarios de enseñanza en el aula. Lo cual de acuerdo con Alsina (2020), requiere de la implementación de prácticas productivas, que permitan promover un aprendizaje eficaz de las matemáticas.

- c) *Conocimiento sobre las Orientaciones Curriculares (C-OCU)*. Se refiere a los conocimientos del profesorado sobre el currículo de educación infantil desde una perspectiva crítica, teniendo en cuenta lo propuesto por otros autores y organismos nacionales e internacionales. Así, este subtipo involucra conocimiento respecto a las bases psicopedagógicas del proceso de enseñanza y aprendizaje, la estructura y organización del nivel de infantil, y la evaluación (inicial y formativa, principalmente) como elemento indisoluble del proceso de enseñanza y aprendizaje.

Es importante señalar que, si bien los tipos de conocimiento y sus subtipos se han presentado por separado, estos se articulan y complementan entre sí, pues el conocimiento que requiere el profesorado de infantil para enseñar matemáticas es un conocimiento con un carácter dinámico (Alsina & Delgado, 2022). Ahora bien, para que el profesorado pueda ofrecer a sus estudiantes oportunidades de aprendizaje matemático de calidad no es suficiente con un adecuado conocimiento matemático y didáctico de las matemáticas. También se requiere prestar atención al componente afectivo que permea a tales tipos de conocimientos, influyendo directamente en la toma de decisiones del profesorado para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas (Clark et al., 2014). Ello ha provocado que el componente afectivo sea un ámbito de investigación de la educación matemática cada vez más prolífico y, en constante evolución.

Desde que McLeod (1992) distinguiera tres constructos diferentes dentro del componente afectivo (emociones, actitudes y creencias), su conceptualización se ha ido redefiniendo, coexistiendo una diversidad de términos para referirse al componente afectivo. Cabe precisar pues, que este estudio se sitúa desde la perspectiva de Grootenboer y Marshman (2016), quienes lo conciben como “un conjunto de facetas interrelacionadas: creencias, valores, actitudes y emociones” (p. 14). Entendiendo por actitud como “un constructo mental, no directamente observable, sino que ha de ser inferido a partir de la valoración en una escala de actitudes o de la observación del comportamiento de los sujetos” (Batanero, 2009, p. 6).

### **Medición de las actitudes hacia la estadística y su enseñanza**

El éxito de la incorporación de la estadística en las primeras edades no depende solo de los conocimientos del profesorado, sino también de la disposición e interés que

estos muestran por enseñarla. Esto ha provocado que en las últimas décadas se observe un creciente interés por examinar las actitudes del profesorado hacia la estadística, pues estas son un elemento clave para la investigación científica, la práctica educativa y el desarrollo profesional del profesorado. Por tanto, es necesario contar con instrumentos precisos que permitan medir y evaluar las actitudes del profesorado. Dentro de tales instrumentos se encuentran las escalas de medición tipo Likert que permiten determinar distintos grados de intensidad de las actitudes por medio de un conjunto de afirmaciones ante las cuales se pide la reacción de los sujetos.

Sin embargo, aun cuando encontramos numerosos instrumentos para medir las actitudes hacia la estadística (e.g. Auzmendi, 1992; Schau, 2003; Estrada et al., 2018), son escasos los estudios en torno a las actitudes hacia la estadística y su enseñanza y más aún en la etapa de educación infantil.

En esta dirección, Vásquez et al. (2019) analizan las actitudes hacia la estadística y su enseñanza en futuras maestras de infantil a través de una escala Likert; considerando para ello los componentes que se muestran la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Componentes de las actitudes hacia la estadística y su enseñanza*

Componentes hacia la estadística	Componentes hacia la enseñanza de la estadística	Componente de valor hacia la estadística y su enseñanza
<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Componente afectivo hacia la estadística:</i> sentimientos personales hacia la estadística;</li> <li>• <i>Componente de competencia cognitiva apreciada hacia la estadística:</i> autopercepción respecto a la competencia propia, conocimientos y habilidades intelectuales en relación con la estadística;</li> <li>• <i>Componente comportamental hacia la estadística:</i> inclinación para actuar hacia la estadística, para la toma de decisiones, así como para ayudar a otros a aprender y usar la estadística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Componente afectivo hacia la enseñanza de la estadística:</i> sentimientos personales acerca de la enseñanza de la estadística, que, si bien se encuentran relacionados con el componente afectivo hacia la estadística, pueden variar;</li> <li>• <i>Componente de competencia didáctica hacia la enseñanza de la estadística:</i> autopercepción acerca de la capacidad para enseñar estadística, ayudar a los estudiantes, plantear tareas efectivas, buscar recursos adecuados, etc.;</li> <li>• <i>Componente comportamental hacia la enseñanza de la estadística:</i> tendencia a la acción didáctica, disposición a la enseñanza de la estadística, prioridad que se otorga a su enseñanza por sobre otros temas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• <i>Componente de valor hacia la estadística y su enseñanza:</i> apreciación de la utilidad, relevancia e importancia de la estadística y su enseñanza en la vida diaria y profesional.</li> </ul>

Tales componentes se derivan a partir del trabajo desarrollado por Estrada y Batanero (2015, 2020), quienes a partir de un proceso cíclico de revisión de la literatura y del análisis de numerosas escalas de actitudes hacia la estadística identifican los componentes descritos que relacionan las actitudes hacia la probabilidad y su enseñanza con las actitudes hacia la estadística y su enseñanza; siendo estos últimos en los que se centra el presente estudio.

## **Método**

Este estudio utiliza un enfoque metodológico mixto (Cohen et al., 2018). El componente cuantitativo adoptó un diseño de investigación pre-experimental correspondiente a la aplicación un pre y postest tipo escala Likert con un solo grupo. El propósito de dicho instrumento fue medir el cambio en las actitudes hacia la estadística y su enseñanza en las maestras de infantil producto de la implementación de un taller formativo. En cuanto al componente cualitativo, éste consideró un enfoque interpretativo que tuvo como base el análisis de contenido (Krippendorff, 2013) de los comentarios finales registrados por las maestras de infantil respecto de aquellos aspectos que consideraran necesarios de incluir o mejorar en implementaciones futuras del taller formativo.

### **Muestra**

La muestra es no probabilística y está compuesta por 37 maestras chilenas de educación infantil que se desempeñan en los niveles de prekínder y kínder (4-6 años) de distintos centros educativos, asistentes a un taller formativo sobre enseñanza de la estadística en Educación Infantil.

Al comienzo del taller se informó a las participantes sobre las características del estudio y sobre la confidencialidad de sus respuestas.

Cabe señalar, que las participantes no habían recibido durante su formación universitaria para maestra cursos referidos a estadística ni a la didáctica de la estadística.

### **Instrumento**

Para evaluar el impacto del taller formativo en las actitudes hacia la estadística y su enseñanza de las maestras de infantil, se utilizó una escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza (ANEXO 1).

Dicho instrumento fue elaborado a partir del trabajo de Estrada et al. (2018), y se encuentra compuesto por 28 ítems que constan de un enunciado y una escala Likert de cinco puntos (1: muy en desacuerdo, 2: en desacuerdo, 3: indiferente, 4: de acuerdo y 5: muy de acuerdo). Siguiendo la propuesta de Estrada et al. (2018) y Estrada y Batanero (2020), la escala de actitudes se centra en medir los componentes que se muestran en la Tabla 2.

## Tabla 2

### *Componentes de las actitudes hacia la estadística y su enseñanza que fueron evaluadas*

<b>Componentes</b>	<b>Ítems de la escala</b>
Componente afectivo hacia la estadística (CAE)	1, 5, 16, 27
Componente de competencia cognitiva apreciada hacia la estadística (CCAEE)	6, 8, 17, 22
Componente comportamental hacia la estadística (CCE)	2, 7, 15, 18
Componente afectivo hacia la enseñanza de la estadística (CAEE)	9, 21, 26, 28
Componente de competencia didáctica hacia la enseñanza de la estadística (CDEE)	3, 10, 14, 23,
Componente comportamental hacia la enseñanza de la estadística (CCEE)	11, 20, 24, 25
Componente de valor hacia la estadística y su enseñanza (CVEE)	4, 12, 13, 19

Del total de ítems que conforman el instrumento, 14 se encuentran formulados en sentido positivo (ítems: 1, 2, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 14, 15, 19, 20, 24, 28) y 14 en sentido negativo (ítems: 3, 7, 11, 12, 13, 16, 17, 18, 21, 22, 23, 25, 26, 27). Lo anterior, con el propósito de evitar la aquiescencia de los sujetos que han de responder al instrumento (Morales, 1988). Por lo que, al momento de registrar los datos, se invirtió la puntuación (1: muy de acuerdo; 2: de acuerdo; 3: indiferente; 4: en desacuerdo; 5: muy en desacuerdo) para poder interpretarlos correctamente y que todos los ítems tengan la misma dirección. De esta manera, se contó con una escala homogénea de comparación de todos los ítems, en la que una media más (o menos) alta indica siempre una actitud más (o menos) positiva, independientemente de si el ítem se encuentra redactado en sentido positivo o negativo.

En lo que respecta a las medias y desviaciones típicas, estas se calcularon respecto a la puntuación total dada para cada ítem, por lo que se deben interpretar siempre en una escala positiva. Cabe señalar que el postest presentaba una primera parte idéntica al pretest que contemplaba los 28 ítems de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza y, una segunda parte, que contenía una sección para registrar la valoración del taller formativo, en función del grado de satisfacción global con la experiencia formativa en una escala de 0% al 100%. Asimismo, disponían de una sección para dejar comentarios o señalar aquellos aspectos que las maestras consideran necesarios de incluir o mejorar en implementaciones futuras y, de este modo, conocer la perspectiva de las participantes sobre su experiencia durante la implementación del taller formativo (Cohen et al., 2018).

Por último, es importante destacar que el instrumento era anónimo, aunque llevaba un código con el propósito de emparejar los resultados del pretest y postest.

## Procedimiento de análisis

Los resultados de la aplicación del instrumento (escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza), con medición antes y después del taller formativo, se sometieron a un análisis descriptivo y métodos inferenciales para verificar diferencias significativas entre los promedios. Las pruebas estadísticas utilizadas se seleccionaron a partir de la comprobación del supuesto de normalidad. En virtud de ello, se aplicó la prueba Shapiro-Wilk puesto que el tamaño muestral es inferior a 50 (Mishra et al., 2019).

Cada uno de los componentes que conforman la escala y que se ajustan a una distribución normal se procesaron por medio de la prueba *t-Student* para muestras pareadas. Mientras que para los restantes componentes se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon. Tras el análisis de fiabilidad del instrumento, se obtuvo un Alfa de Cronbach de 0,887, por tanto, podemos comprobar que el instrumento aplicado es confiable (Muñiz, 1994). Todos los análisis se realizaron a un nivel de significancia  $\alpha = 0,05$ . Para la organización y análisis de los datos se utilizó el paquete estadístico IBM SPSS 29.0.0.0

En lo que respecta al análisis de la valoración de la implementación del taller formativo, se calculó la puntuación media. Posteriormente, se realizó un análisis de contenido de los conceptos involucrados en los comentarios finales, con el propósito de identificar temas recurrentes y levantar categorías emergentes usando el método comparativo constante (Strauss & Corbin, 2007).

## Intervención

El taller formativo consideró 5 sesiones trabajo de 90 minutos de duración cada una, aproximadamente, y estuvo orientado a desarrollar el conocimiento disciplinar y didáctico en torno a la enseñanza de la estadística en educación infantil. Para ello, se contempló una metodología de trabajo activo, a través de la implementación de estrategias de acercamiento progresivo a la práctica de la enseñanza de la estadística; posibilitando que por medio de clases expositivas, trabajo colaborativo, uso de materiales y recursos manipulativos y digitales, las maestras participantes reflexionen sobre el proceso de enseñanza y aprendizaje de la estadística en el aula de infantil, y de este modo propiciar una enseñanza eficaz de la estadística desde temprana edad. Asimismo, se ofrecieron criterios para el diseño e implementación de actividades y tareas de enseñanza con la finalidad de desarrollar su conocimiento para enseñar estadística en educación infantil.

Por último, es importante precisar que, el taller formativo se fundamentó en la caracterización de los CEM-EI (Alsina & Delgado, 2021, 2022) y en los itinerarios didácticos para la enseñanza de la estadística de 3 a 6 años (Alsina, 2017, 2022; Alsina & Vásquez, 2017). Los temas, objetivos y los tipos de conocimientos en relación con los CEM-EI abordados en cada sesión se detallan en la Tabla 3.

### Tabla 3

#### *Descripción general de las sesiones*

<b>Sesión 1*</b>	
Objetivo: Conocer y comprender las finalidades de la enseñanza de la estadística en educación infantil.	
*Aplicación pretest de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza.	
Temas	Tipos y subtipos del CEM-EI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué es la estadística?</li> <li>• Argumentos en torno a la incorporación de la estadística en infantil.</li> <li>• La estadística y su presencia en orientaciones las curriculares.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento matemático en educación infantil: C-IeI</li> <li>• Conocimiento matemático en educación infantil: C-PM</li> <li>• Conocimiento didáctico de las matemáticas en educación infantil: C-OCU</li> <li>• Conocimiento didáctico de las matemáticas en educación infantil: C-OCU</li> </ul>
<b>Sesión 2</b>	
Objetivo: Adquirir y comprender conocimientos importantes de estadística en educación infantil.	
Temas	Tipos y subtipos del CEM-EI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciclo de investigación estadística y conceptos básicos de estadística para infantil.</li> <li>• Los procesos matemáticos y sus conexiones con la enseñanza de la estadística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento matemático en educación infantil: C-IeI, C-CM</li> <li>• Conocimiento matemático en educación infantil: C-PM</li> </ul>
<b>Sesión 3</b>	
Objetivo: Analizar itinerarios didácticos para la enseñanza de la estadística en educación infantil	
Temas	Tipos y subtipos del CEM-EI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• ¿Qué son los itinerarios didácticos para la enseñanza?</li> <li>• Situaciones de vida cotidiana, materiales manipulativos y juegos para la enseñanza de la estadística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento didáctico de las matemáticas en educación infantil: C-FAM, C-PGA, C-OCU</li> <li>• Conocimiento matemático en educación infantil: C-IeI, C-CM, C-PM</li> <li>• Conocimiento didáctico de las matemáticas en educación infantil: C-FAM, C-PGA, C-OCU</li> </ul>
<b>Sesión 4</b>	
Objetivo: Analizar itinerarios didácticos para la enseñanza de la estadística en educación infantil.	
Temas	Tipos y subtipos del CEM-EI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Recursos gráficos para la enseñanza de la estadística.</li> <li>• Recursos literarios y tecnológicos para la enseñanza de la estadística.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento matemático en educación infantil: C-IeI, C-CM, C-PM</li> <li>• Conocimiento didáctico de las matemáticas en educación infantil: C-FAM, C-PGA, C-OCU</li> </ul>
<b>Sesión 5**</b>	
Objetivo: Conocer y analizar orientaciones y recursos para la evaluación competencial de la estadística en educación infantil.	
**Aplicación posttest de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza. Además de la valoración del taller formativo y comentarios.	
Temas	Tipos y subtipos del CEM-EI
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Indicadores y niveles de adquisición de los contenidos de estadística en educación infantil.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conocimiento matemático en educación infantil: C-IeI, C-CM, C-PM</li> <li>• Conocimiento didáctico de las matemáticas en educación infantil: C-FAM, C-PGA, C-OCU</li> </ul>

## Resultados

Para exponer los resultados estos se han organizado en tres apartados: el primero, muestra un análisis global de las puntuaciones obtenidas en el pre y postest de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza; el segundo, establece una comparación entre los resultados obtenidos en el pre y postest; y el tercero, se centra en el análisis de la valoración de la implementación del taller formativo.

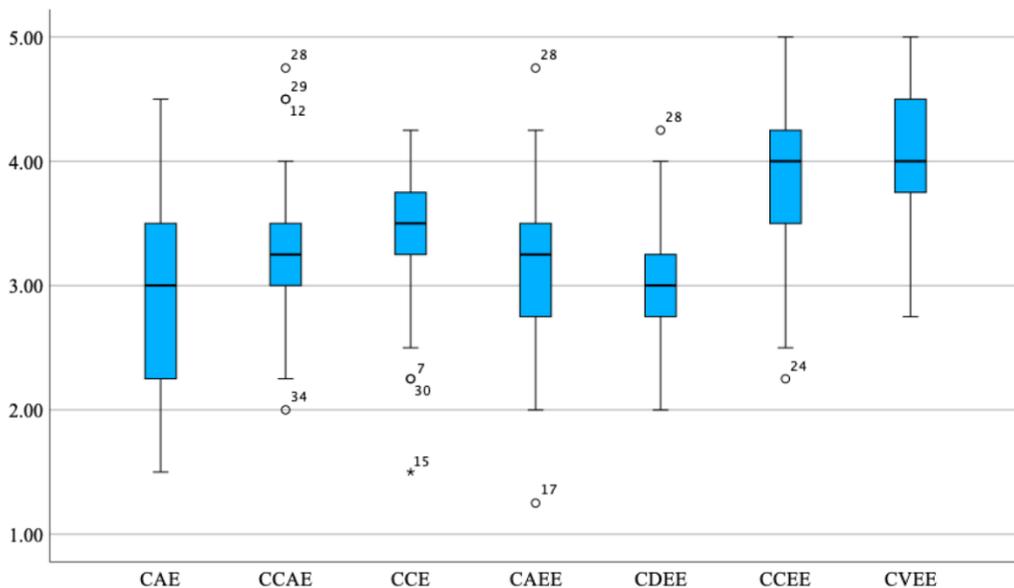
### Análisis global de las puntuaciones del pretest y postest

En lo que respecta a los resultados globales del pretest, a partir de las puntuaciones obtenidas en los 28 ítems que conforman la escala de actitudes, se obtuvo una puntuación media de 3.40; lo que indica una actitud inicial levemente positiva hacia la estadística y su enseñanza en las participantes del estudio.

En la Figura 2, se observa que entre los componentes de la escala de actitudes que presentan una mejor puntuación en el pretest, se encuentra el CVEE con una puntuación media de 4.10. Esto refleja que las maestras de infantil, participantes de este estudio, aprecian la utilidad, relevancia e importancia de la estadística y su enseñanza para la vida diaria, para la formación de sus estudiantes y también a nivel profesional.

**Figura 2**

*Puntuaciones medias del pretest para los componentes de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza*



Asimismo, otro de los componentes que presenta una puntuación media cercana a los 4 puntos, es el CCEE cuyo promedio es de 3.87, es decir, se observa por parte de estas maestras una tendencia a la acción didáctica.

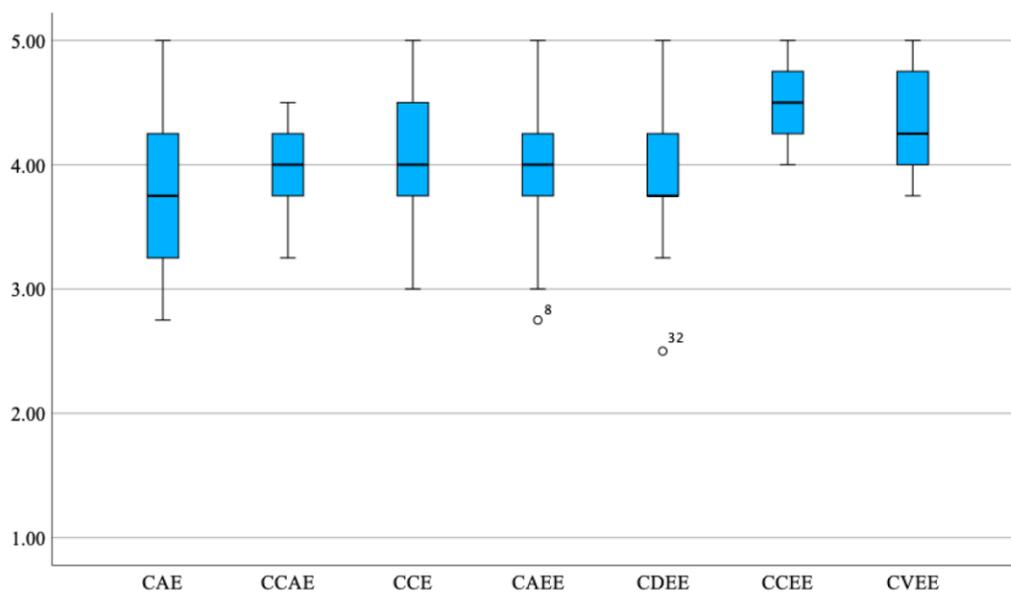
En tanto, los componentes que presentan las puntuaciones medias más bajas en el pretest son el CAE con un promedio de 2.98 puntos, y el CDEE con una puntuación media de 3.05. En otras palabras, se evidencia que las maestras participantes presentan una actitud levemente negativa en relación con las emociones y sentimientos hacia la estadística; y una actitud neutra de autopercepción acerca de la capacidad para enseñar estadística, ayudar a los estudiantes, plantear tareas efectivas, buscar recursos adecuados, etc.

Con respecto a los resultados globales del postest, se obtuvo una puntuación media de 4.07. Esto indica que luego de la intervención las participantes del estudio muestran una actitud positiva hacia la estadística y su enseñanza.

En efecto, a partir de la Figura 3, se observa que los componentes que obtuvieron mejores puntuaciones, con una puntuación media sobre los 4 puntos, son el CCEE (4.52 puntos), CVEE (4.36 puntos) y CCE (4.06 puntos).

### Figura 3

*Puntuaciones medias del postest para los componentes de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza*



Esto refleja que las maestras de infantil presentan una actitud positiva, luego de la intervención, frente a la acción didáctica, a su apreciación de la utilidad, relevancia e

importancia de la estadística y su enseñanza, así como del rol de la estadística en la toma de decisiones en diversas situaciones.

Ahora bien, dentro de los componentes que presentan las puntuaciones medias más descendidas se encuentran: el CAE (3.70 puntos), el CDEE (3.90 puntos), el CCAE (3.92 puntos), y el CAEE (3.99 puntos). Sin embargo, estas puntuaciones se encuentran muy cercanas a los 4 puntos por lo que denotan una actitud hacia la estadística y su enseñanza cuasi positiva.

De esta manera, a partir de las Figuras 2 y 3, se observa un cambio positivo en todos los componentes de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza. No obstante, antes de extraer conclusiones al respecto, debemos examinar si estas diferencias son o no significativas.

### **Análisis comparativo entre el pre y el postest**

En lo que sigue, se presenta el análisis estadístico que permite examinar si las diferencias entre el pre y el postest son significativas. Para ello, se testeó como hipótesis nula que la diferencia entre la media pretest y la media postest es cero, y como hipótesis alternativa que dicha diferencia es negativa, lo que sería equivalente a una valoración postest mayor que la del pretest. Ello con el propósito de detectar si hubo o no un cambio en las actitudes hacia la estadística y su enseñanza en las maestras de infantil producto del taller formativo.

En primer lugar, se comprobó el supuesto de normalidad de los datos a través de la prueba la prueba Shapiro-Wilk, cuyos resultados se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Resultados prueba de normalidad Shapiro-Wilk*

	<b>Pretest p-valor</b>	<b>Distribución normal</b>	<b>Postest p-valor</b>	<b>Distribución normal</b>
Componente afectivo hacia la estadística	0.284	SI	0.148	SI
Componente de competencia cognitiva apreciada hacia la estadística	0.126	SI	0.046	NO
Componente comportamental hacia la estadística	0.009	NO	0.068	SI
Componente afectivo hacia la enseñanza de la estadística	0.466	SI	0.305	SI
Componente de competencia didáctica hacia la enseñanza de la estadística	0.655	SI	0.173	SI
Componente comportamental hacia la enseñanza de la estadística	0.067	SI	0.004	NO
Componente de valor hacia la estadística y su enseñanza	0.204	SI	0.000	NO

Tal y como se observa en la Tabla 4, los datos de los componentes afectivo hacia la estadística, afectivo hacia la enseñanza de la estadística, y de competencia didáctica hacia la enseñanza de la estadística se ajustan a una distribución normal y, por lo tanto, pueden ser procesados por medio de la prueba *t-Student*.

La Tabla 5 muestra los resultados de la prueba *t-Student* para muestras pareadas, para cada uno de los componentes que cumplen el supuesto de normalidad, arrojando una diferencia estadísticamente significativa entre las medias del pre y el postest ( $p$ -valor < 0.05).

**Tabla 5**

*Resultados prueba t-Student para muestras pareadas*

	Pretest		Posttest		p-valor
	Media	SD	Media	SD	
Componente afectivo hacia la estadística	2.98	0.79	3.70	0.59	<0.001
Componente afectivo hacia la enseñanza de la estadística	3.16	0.67	3.99	0.49	<0.001
Componente de competencia didáctica hacia la enseñanza de la estadística	3.05	0.50	3.90	0.53	<0.001

Ahora bien, en lo que respecta a los restantes componentes, que resultaron negativos para la prueba de normalidad Shapiro-Wilk, se utilizó la prueba de rangos con signo de Wilcoxon, cuyos resultados se muestran en la Tabla 6. De este modo, se analiza la diferencia de medias no paramétricas, otorgando mayor robustez al procesamiento de los datos.

**Tabla 6**

*Resultados prueba de rangos con signo de Wilcoxon*

	Pretest Media	Posttest Media	p-valor
Componente de competencia cognitiva apreciada hacia la estadística	3.27	3.92	<0.001
Componente comportamental hacia la estadística	3.35	4.06	<0.001
Componente comportamental hacia la enseñanza de la estadística	3.87	4.52	<0.001
Componente de valor hacia la estadística y su enseñanza	4.10	4.36	0.005

Como se observa en la Tabla 6, los resultados de la prueba de rangos con signo de Wilcoxon presentan diferencias de medias estadísticamente significativas entre el pre y el postest ( $p$ -valor < 0.05) para los componentes de: competencia cognitiva apreciada hacia la estadística, comportamental hacia la estadística, comportamental hacia la

enseñanza de la estadística y de valor hacia la estadística y su enseñanza. Por lo tanto, a partir de los resultados de las pruebas estadísticas utilizadas, se puede afirmar con un 95% de confianza que existe un cambio positivo en las actitudes asociadas a los distintos componentes de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza producto de la intervención realizada.

### **Valoración de la implementación del taller formativo**

Al finalizar el taller formativo, se solicitó a las maestras de infantil (n = 37) que evaluaran, en una escala de 0% a 100%, el grado de satisfacción global con el taller formativo. Los resultados muestran una valoración positiva (97,8% promedio) asociada a un alto grado de satisfacción global. En cuanto a la sección de comentarios respecto de aquellos aspectos que las maestras consideran necesarios de incluir o mejorar en implementaciones futuras, se observa que, aun cuando muchas de las respuestas son escuetas, emergen cuatro grandes categorías de temas que consideran se deben incluir y profundizar en implementaciones futuras del taller formativo.

a) *Análisis y diseño de itinerarios didácticos.* En términos generales las maestras valoran muy positivamente los itinerarios didácticos para la enseñanza de la estadística en Educación Infantil. Ejemplo de esto es el siguiente extracto de uno de los comentarios:

con la idea de los itinerarios se facilita mucho la organización de la enseñanza, me gustó mucho, no los conocía, se pueden aplicar a muchos otros temas. Me voy muy contenta con nuevos conocimientos e ideas novedosas para enseñar mucho más a gusto temas relacionados con estadística en mi sala de kínder. Sería super bueno tener más sesiones para analizar itinerarios didácticos y que nosotras como educadoras creemos otros, el tiempo se pasó volando. Dan muchas ganas de trabajar la estadística con esta idea de los itinerarios analizados y sus distintos niveles (maestra 35).

b) *Enseñanza de la estadística en conexión con otras áreas del currículo de educación infantil.* Otra de las categorías que emerge con fuerza dentro de las respuestas de las maestras (28), es la necesidad de contar con mayor formación sobre cómo conectar la enseñanza de la estadística con otras áreas del currículo de educación infantil. Esto se ilustra en el siguiente extracto de respuesta:

quiero decir que me encantó el taller, tenía una imagen totalmente equivocada de la estadística, como algo aburrido con muchos números y que no se conectaba mucho con la realidad. Me gusta mucho la idea de los itinerarios porque con ellos se puede vincular la enseñanza de la estadística con muchos temas reales que pueden interesar y motivar a los niños. Me gustaría un taller con más sesiones, para aprender más de este tema (maestra 36).

c) *Enseñanza de la estadística y necesidades educativas especiales.* Un hallazgo que llama la atención, pues fue mencionando por un gran número de maestras (23), es la mención que se realiza a la necesidad de contar con estrategias y lineamientos respecto a cómo abordar la enseñanza de la estadística en infantil con estudiantes con necesidades educativas especiales. Un ejemplo de esto es la siguiente respuesta:

me gustó mucho este taller, me voy con muchas ideas y herramientas para aplicar en mi curso. En ediciones futuras podrían considerar algunos itinerarios para ver estrategias de cómo enseñar estadística a niños con necesidades educativas especiales (maestra 12).

- d) *Enseñanza de la estadística y tecnología.* El uso de tecnología y su importancia para la enseñanza de la estadística es un tema que no estuvo ausente y que fue mencionado por 20 de las maestras participantes de este estudio. Ejemplo de este tipo de comentarios es el siguiente:

Muchas gracias por realizar este taller, me encantó y me ayudó a darme cuenta de que podemos enseñar algunos conceptos de estadística a los estudiantes de prekínder y kínder, y que muchas veces yo lo hacía, pero no sabía que estaba enseñando estadística. La parte del uso de aplicaciones de internet para enseñar estadística a los niños me gustó mucho, lo hace más entretenido e interactivo para ellos. Me gustaría profundizar más en el uso de tecnología para enseñar estadística (maestra 5).

A partir del análisis de las valoraciones realizadas por las maestras sobre la implementación del taller formativo, se puede explicar en parte el impacto del taller formativo fundamentado en los distintos tipos y subtipos de la caracterización de los Conocimientos para Enseñar Matemáticas en educación infantil y, en especial, de los itinerarios didácticos para la enseñanza de la estadística en educación infantil como una herramienta de cambio en los distintos componentes de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza.

## **Consideraciones finales**

Este estudio ha indagado en las actitudes de 37 maestras de infantil respecto de la estadística y su enseñanza; y en cómo estas son impactadas producto de su participación en un taller formativo (intervención) fundamentado en la caracterización de CEM-EI (Alsina & Delgado, 2021, 2022) y en el EDEM (Alsina, 2019a, 2022).

Los resultados obtenidos en el pretest muestran que el componente afectivo hacia la estadística y el componente de competencia didáctica hacia la enseñanza de la estadística son los que obtuvieron las puntuaciones medias más bajas. Cabe destacar que estos resultados difieren de los obtenidos por Vásquez et al. (2019) con futuras maestras de infantil, quienes presentaban más descendido el componente de competencia cognitiva apreciada hacia la estadística. Mientras que, de manera similar a los resultados reportados por Vásquez et al. (2019), el componente comportamental hacia la enseñanza de la estadística y el componente de valor hacia la estadística y su enseñanza son los que presentan las puntuaciones medias más altas, es decir, inicialmente, el grupo de maestras participantes reconoce la importancia de la estadística como una herramienta para representar información, comprender el mundo y ayudar a los estudiantes a razonar críticamente. Por tanto, a través de sus actitudes ponen en valor que la estadística debe ser enseñada desde las primeras edades. No obstante, presentan cierta inseguridad hacia la resolución de problemas que involucran el uso de la estadística y, a la vez, sienten temor con relación a la enseñanza de la estadística, específicamente, a la preparación de recursos didácticos adecuados para la enseñanza de la estadística en la etapa de infantil. Esto puede ser una consecuencia de que estas participantes no han recibido formación durante su

preparación para maestras en torno a la estadística y su didáctica.

Por otra parte, a partir de los resultados del análisis comparativo entre el pre y postest se evidencia que existe una transformación positiva y significativa, en las actitudes asociadas a todos los componentes de la escala de actitudes hacia la estadística y su enseñanza aplicada a las maestras de infantil producto su participación e implicación en el taller formativo. Esto es consistente con los resultados, tanto cuantitativos como cualitativos, de la valoración de la implementación del taller formativo, pues las maestras destacan el potencial de la intervención y, en especial, de los itinerarios didácticos como una poderosa herramienta para desarrollar su conocimiento disciplinar y profundizar en su conocimiento didáctico por medio de nuevas estrategias y recursos en torno a la enseñanza de la estadística desde temprana edad. Este hallazgo es positivo, pues evidencia que las actitudes de las maestras de infantil hacia la estadística y su enseñanza no son estáticas, y se pueden transformar en el contexto de un taller formativo fundamentado en la caracterización de los conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil y en el enfoque de los itinerarios de enseñanza de las matemáticas. El transformar tales actitudes contribuye directa y positivamente en la enseñanza de la estadística en la educación infantil, dada la influencia de las actitudes del profesorado en el proceso de enseñanza y aprendizaje (Clark et al., 2014).

Por otro lado, este cambio en las actitudes de las maestras de infantil pone de manifiesto la relevancia de ofrecer oportunidades de desarrollo profesional en torno a temáticas poco abordadas en el aula de infantil como es la enseñanza de la estadística (Alsina, 2019b; Vásquez & Cabrera, 2022). De manera tal de aumentar el interés y la motivación del profesorado por abordar la enseñanza de la estadística a partir del Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza y de este modo promover un aprendizaje significativo en los estudiantes. De igual manera, a partir de la valoración de la intervención, emergen ciertos aspectos considerados relevantes por las maestras de infantil a la hora de enseñar estadística, como por ejemplo la necesidad de una enseñanza de la estadística en conexión con otras áreas del currículo, la necesidad de contar con estrategias y lineamientos claros para una enseñanza de la estadística con estudiantes con necesidades educativas especiales y, por último, el rol del uso de tecnología en la enseñanza de la estadística en infantil. Tales aspectos pueden servir de insumo para abrir nuevas agendas de investigación en torno a instancias de desarrollo profesional como aquella vinculada a la enseñanza de la estadística en las primeras edades.

Finalmente, a partir de los hallazgos descritos en este estudio, queda en evidencia no solo el potencial de la caracterización de los Conocimientos para Enseñar Matemáticas en Educación Infantil (Alsina & Delgado, 2021, 2022), y de los itinerarios didácticos para la enseñanza de la estadística (Alsina, 2017, 2022; Alsina & Vásquez, 2017), sino también el desafío de generar nuevas instancias de desarrollo profesional que impacten en la formación inicial y continua del profesorado de infantil, en sus actitudes, sus conocimientos didácticos y disciplinares, que les entreguen las herramientas necesarias para avanzar hacia una enseñanza eficaz de la estadística desde temprana edad.

## Referencias

- Alsina, Á. (2012). La estadística y la probabilidad en Educación Infantil: conocimientos disciplinares, didácticos y experienciales. *Revista de Didácticas Específicas*, 7, 4-22.
- Alsina, Á. (2017). Contextos y propuestas para la enseñanza de la estadística y la probabilidad en Educación Infantil: un itinerario didáctico. *Revista Épsilon*, 34(95), 25-48.
- Alsina, Á. (2019a). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (6-12 años)*. Graó.
- Alsina, Á. (2019b). La educación matemática infantil en España: ¿qué falta por hacer? *Números: revista didáctica de las matemáticas*, 100, 187-192.
- Alsina, Á. (2020). El Enfoque de los Itinerarios de Enseñanza de las Matemáticas: ¿por qué?, ¿para qué? y ¿cómo aplicarlo en el aula? *TANGRAM – Revista de Educação Matemática*, 3(2), 127-159. <https://doi.org/10.30612/tangram.v3i2.12018>
- Alsina, Á. (2022). *Itinerarios didácticos para la enseñanza de las matemáticas (3-6 años)*. Graó.
- Alsina, A., Maurandi, A., Ferre, E. y Coronata, C. (2021). Validating an instrument to evaluate the teaching of mathematics through processes. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 19, 559-577. <https://doi.org/10.1007/s10763-020-10064-y>
- Alsina, Á. y Delgado, R. (2021). Identificando los conocimientos para enseñar matemáticas en educación infantil: un primer paso para el desarrollo profesional. *Revista Sergipana de Matemática e Educação Matemática*, 6(2), 1-23. <https://doi.org/10.34179/revisem.v6i2.16003>
- Alsina, Á. y Delgado, R. (2022). ¿Qué conocimientos necesita el profesorado de Educación Infantil para enseñar matemáticas? *Matemáticas, Educación y Sociedad*, 5(1), 18-37. <https://doi.org/10.34179/revisem.v6i2.16003>
- Alsina, Á. y Vásquez, C. (2017). Hacia una enseñanza eficaz de la estadística y la probabilidad en las primeras edades. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8(4), 199-212.
- Auzmendi, E. (1992). *Las actitudes hacia la matemática estadística en las enseñanzas medias y universitarias*. Mensajeros.
- Ball, D., Thames, M. H. y Phelps, G. (2008). Content knowledge for teaching: What makes it special? *Journal of Teacher Education*, 59(5), 389-407. <https://doi.org/10.1177/0022487108324554>
- Baroody, A. J. (2000). *El pensamiento matemático de los niños. Un marco evolutivo para maestros de preescolar, ciclo inicial y educación especial*. Visor.
- Batanero, C. (2009). Retos para la formación estadística de los profesores. *Actas II Encontro de Probabilidade e Estatística na Scola*. Universidade do Minho, Braga, Portugal.
- Carrillo-Yañez, J., Climent, N., Montes, M., Contreras, L.C., Flores-Medrano, E., Escudero-Ávila, D., Vasco, D., Rojas, N., Flores, P., Aguilar-González, A., Ribeiro, M. y Muñoz-Catalán, Ma.C. (2018). The mathematics teacher's specialised knowledge (MTSK) model. *Research in Mathematics Education*, 20, 236-253. <https://doi.org/10.1080/14794802.2018.1479981>

- Clark, L. M., DePiper, J. N., Frank, T. J., Nishio, M., Campbell, P. F., Smith, T. M., Griffin, M. J., Rust, A. H., Conant, D. L. y Choi, Y. (2014). Teacher characteristics associated with mathematics teachers' beliefs and awareness of their students' mathematical dispositions. *Journal for Research in Mathematics Education*, 45(2), 246-284. <https://doi.org/10.5951/jresmetheduc.45.2.0246>
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, L. (2018). *Research methods in education*. 8. Ed. New York: Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Díaz-Levicoy, D., Samuel, M. y Rodríguez-Alveal, F. (2021). Conocimiento especializado sobre gráficos estadísticos de futuras maestras de educación infantil. *Formación universitaria*, 14(5), 29-38. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062021000500029>
- Díaz-Levicoy, D., Sepúlveda, A., Vásquez, C. y Opazo, M. (2017). Organización de las respuestas sobre tablas estadísticas por futuras maestras de Educación Infantil desde la taxonomía SOLO. *Revista Didasc@lia: Didáctica y Educación*, 8(2), 193-212.
- Estrada, A., Batanero, C. y Díaz, C. (2018). Exploring Teachers' Attitudes Towards Probability and Its Teaching. En C. Batanero y E. Chernoff (Eds.), *Teaching and Learning Stochastics, ICME-13 Monographs* (pp. 313-332). Cham: Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-72871-1\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-319-72871-1_18)
- Estrada, A. y Batanero, C. (2015). Construcción de una escala de actitudes hacia la probabilidad y su enseñanza para profesores, En C. Fernández (Ed.), *Actas del XIX Simposio de la Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática*, SEIEM (pp. 239-248). Alicante.
- Estrada, A. y Batanero, C. (2020). Prospective Primary School Teachers' Attitudes towards Probability and its Teaching. *International Electronic Journal of Mathematics Education*, 15(1), em0559. <https://doi.org/10.29333/iejme/5941>
- Godino, J. D., Giacomone, B., Batanero, C. y Font, V. (2017). Enfoque ontosemiótico de los conocimientos y competencias del profesor de matemáticas. *Bolema: Boletim de Educação Matemática*, 31(57), 90-113. <http://dx.doi.org/10.1590/1980-4415v31n57a05>
- Grootenboer, P. y Marshman, M. (2016). The affective domain, mathematics, and mathematics education. En *Mathematics, affect and learning* (pp. 13-33). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-287-679-9\\_2](https://doi.org/10.1007/978-981-287-679-9_2)
- Hundeland, P.S., Erfjord, I. y Carlsen, M. (2017). A kindergarten teacher's revealed knowledge in orchestration of mathematical activities. En T. Dooley, y G. Gueudet (Eds.), *Proceedings of the CERME 10*, (pp. 1853 - 1860). DCU Institute of Education and ERME.
- Krippendorff, K. (2013). *Content Analysis. An Introduction to Its Methodology* (3ª edición). Sage Publications.
- McLeod, D. (1992). Research on affect in mathematics education: A reconceptualization. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of research on mathematics teaching and learning* (pp. 97-101). Macmillan.
- Mishra, P., Pandey, C. M., Singh, U., Gupta, A., Sahu, C. y Keshri, A. (2019). Descriptive statistics and normality tests for statistical data. *Ann Card Anaesth*, 22, 67-72. [https://doi.org/10.4103/aca.ACA\\_157\\_18](https://doi.org/10.4103/aca.ACA_157_18)

- Morales, P. (1988). *Medición de Actitudes en Psicología y Educación*. 1. ed. San Sebastián: Universidad de Comillas, España.
- Mosvold, R., Bjuland, R., Fauskanger, J., y Jakobsen A. (2011). Similar but different - investigating the use of MKT in a Norwegian kindergarten setting. En M. Pytlak, T. Rowland y E. Swoboda (Eds.), *Proceedings of the CERME 7* (pp. 1802-1811). University of Rzeszów.
- Muñiz, J. (1994). *Teoría clásica de los tests*. Pirámide.
- Muñoz-Catalán, C., Joglar, N., Ramírez, M., Escudero, A.M., Aguilar, A. y Ribeiro, M. (2019). El conocimiento especializado del profesor de infantil desde el aula de matemáticas. En E. Badillo, N. Climent, C. Fernández y M. T. González (Eds.), *Investigación sobre el profesor de matemáticas: formación, práctica de aula, conocimiento y competencia profesional* (pp. 63-84). Ediciones Universidad Salamanca.
- National Council of Teachers of Mathematics [NCTM]. (2003). Principios y estándares para la educación matemática. Traducción de la Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.
- Rowland, T., Huckstep, P. y Thwaites, A. (2005). Elementary teachers' mathematics subject knowledge: The knowledge quartet and the case of Naomi. *Journal of Mathematics Teacher Education*, 8(3), 255-281. <http://dx.doi.org/10.1007/s10857-005-0853-5>
- Samuel, M., Parra, J. y Díaz-Levicoy, D. (2021). Medición de la actitud hacia la estadística de futuras maestras de Educación Infantil. *Revista de Investigação e Divulgação em Educação Matemática*, 5(1), 1-17. <https://doi.org/10.34019/2594-4673.2021.v5.35341>
- Schau, C. (2003). Students' attitudes: The «other» important outcome in statistics education. *Joint Statistical Meetings*. American Statistical Association. San Francisco, California. <http://statlit.org/pdf/2003SchauASA.pdf>
- Strauss, A. y Corbin, J. (2007). *Basics of qualitative research*. SAGE.
- Vásquez, C., Alvarado, H. y Ruz, F. (2019). Actitudes de futuras maestras de educación infantil hacia la estadística, la probabilidad y su enseñanza. *Educación matemática*, 31(3), 177-202. <https://doi.org/10.24844/EM3103.07>
- Vásquez, C., Díaz-Levicoy, D., Coronata, C. y Alsina, A. (2018). Alfabetización estadística y probabilística: primeros pasos para su desarrollo desde la Educación Infantil. *Cadernos Cenpec*, 8(1), 154-179.
- Vásquez, C. y Cabrera, G. (2022). La estadística y la probabilidad en los currículos de matemáticas de educación infantil y primaria de seis países representativos en el campo. *Revista Educación Matemática*, 34(2), 245-274. <https://doi.org/10.24844/EM3402.09>

## Anexo 1

Escala de Actitudes hacia la estadística y su enseñanza adaptado de Estrada, Batanero y Díaz (2018).

A continuación, hay una serie de afirmaciones, estas han sido elaboradas de manera que te permitan indicar hasta qué punto estás de acuerdo o en desacuerdo con las ideas ahí expresadas.

Marca con una “x” según corresponda (1: muy en desacuerdo; 2: en desacuerdo; 3: indiferente; 4: de acuerdo; 5: muy de acuerdo).

Ítem	1	2	3	4	5
1. Me divierto en las clases en las que se explican los contenidos de estadística.					
2. Utilizo información sobre estadística a la hora de tomar decisiones.					
3. Será difícil para mí enseñar los temas de estadística.					
4. Los contenidos de estadística ayudan a entender el mundo de hoy.					
5. Me gusta la estadística, es un tema que siempre me ha interesado.					
6. Los contenidos sobre estadística son fáciles.					
7. Nunca he usado la estadística fuera de un contexto científico.					
8. Domino los principales contenidos de estadística.					
9. Estoy seguro de que me gustará enseñar los contenidos de estadística en la escuela.					
10. Creo que sabré detectar y corregir errores y dificultades de los alumnos con los temas de estadística.					
11. Solo enseñaré los contenidos de estadística si me queda tiempo después de los otros temas.					
12. La estadística no sirve para nada.					
13. La estadística no tiene tanto valor como la matemática.					
14. Me resultará fácil diseñar actividades de evaluación vinculadas a estadística.					
15. Uso la estadística en la vida cotidiana.					
16. Me siento intimidado ante datos estadísticos.					
17. La estadística es entendida solo por la gente del área científica.					
18. 18. Evito leer informaciones donde aparecen términos estadísticos.					
19. Los conocimientos sobre estadística ayudan a los alumnos a razonar críticamente.					
20. Se debería dedicar más tiempo a enseñar estadística en los primeros niveles educativos.					
21. Me preocupa saber responder las preguntas sobre estadística de mis alumnos.					
22. No me siento preparado para resolver cualquier problema de estadística.					
23. Pienso que no seré capaz de preparar recursos didácticos apropiados para las clases sobre el contenido de estadística.					
24. Cuando sea pertinente, utilizaré la estadística en los otros ejes del currículo de matemática que enseño.					
25. Si pudiera eliminar alguna materia del currículo de matemática sería la de estadística.					
26. No tengo mucho interés en enseñar los temas de estadística, aunque aparezcan en el currículo.					
27. No me agrada resolver problemas de estadística.					
28. Como maestra de infantil, creo que me sentiré cómoda al enseñar los contenidos de estadística.					

## Estudio comparativo del nivel de habilidad de abstracción en estudiantes de pregrado y postgrado, para el desarrollo de estrategias de pensamiento de alto nivel cognitivo

Margarita ARAVENA-GAETE

David RUETE ZUÑIGA

Diana FLORES-NOYA

José MONCADA-SÁNCHEZ

### Datos de contacto:

Margarita Aravena-Gaete  
Universidad Andres Bello  
[marg.aravena@uandresbello.edu](mailto:marg.aravena@uandresbello.edu)

David Ruete Zúñiga  
Universidad Andres Bello  
[druete@unab.cl](mailto:druete@unab.cl)

Diana Flores Noya  
Universidad de Atacama  
[diana.flores@uda.cl](mailto:diana.flores@uda.cl)

José Moncada Sánchez  
Universidad Nacional  
Experimental del Táchira  
[jmoncadas@unet.edu.ve](mailto:jmoncadas@unet.edu.ve)

Recibido: 19/06/2022  
Aceptado: 14/11/2022

### RESUMEN

Las habilidades del pensamiento superior son una de las premisas que las organizaciones de educación superior están desarrollando por medio de variadas estrategias cognitivas tanto en el área de pregrado como posgrado (Máster). El objetivo es comparar el nivel de habilidad de abstracción de los estudiantes de los dos niveles, para el establecimiento de estrategias de pensamiento de alto nivel cognitivo. La metodología empleada es cuantitativa con un tipo de investigación, descriptiva, estadístico y un análisis de clasificación de 5 experimentos programados en lenguaje R, a una muestra de dos cursos de formación de profesorado, de la Universidad de Granada, España donde se implementó un test de estrategias (N=81), los resultados destacan los buenos niveles de abstracción de los estudiantes con un 30,9% de nivel óptimo, 23,5% nivel bueno, 37,0% nivel satisfactorio y un 8,6% nivel insatisfactorio, el género femenino tiene mejor rendimiento con 13,3 puntos sobre el género masculino, en el caso del programa Pedagogía (Pregrado) obtienen un mejor nivel de abstracción del Programa de Master (Postgrado). Se concluye que las estrategias utilizadas para desarrollar niveles cognitivos altos deben ser diversas y con una intencionalidad formativa, y con una enseñanza explícita de habilidades y el porqué de su uso en estos programas de formación de profesorado. Finalmente, los académicos deben tener conciencia que habilidades cognitivas inferiores requieren para lograr las superiores, porque la abstracción requiere de habilidades anteriores como lo es analizar y sintetizar para poder lograrla.

**PALABRAS CLAVE:** abstracción; habilidades cognitivas; grado; pensamiento.

## **Comparative study of the abstraction skill level in undergraduate and graduate students**

### **ABSTRACT**

Higher thinking skills are one of the premises that higher education organizations are developing through various cognitive strategies, in both undergraduate and postgraduate areas. The main objective of this research is to compare the level of abstraction skill in both level students, to establish thinking strategies of a high cognitive level. A quantitative methodology was used, complemented by descriptive one, statistical design and a classification analysis of 5 experiments programmed in R language, applied to a sample of two teacher training courses in Grandad University, Spain, where a strategy test was implemented (N = 81). The results highlight the good levels of abstraction of the students with an optimal level of 30.9%, a good level of 23.5%, a satisfactory level of 37.0% and an unsatisfactory level of 8.6%. The female gender had better performance with 13.3 points over the male gender. In the case of the Pedagogy Program (undergraduate students), they obtained a better level of abstraction than those of the Master (Postgraduate Program). It is concluded that the strategies used to develop high cognitive levels must be diverse and with a formative intention, and with an explicit teaching of skills and the reason for their use in these teacher training programs. Finally, teachers must be aware that lower cognitive skills are required to achieve higher ones, because abstraction requires previous skills such as analyzing and synthesizing to be able to achieve it.

**KEYWORDS:** abstraction, cognitive skills; degree; thinking.

### **Introducción**

Las habilidades de pensamiento como materia de reflexión y estudio tienen una relación directa con la cognición. Precisamente porque incluye facultades y acciones como el conocer, el recoger, el organizar y utilizar el conocimiento. Esto implica el uso de la razón o de la inteligencia para la comprensión del entorno del sujeto. Por consiguiente, la cognición como función integral del sujeto está relacionada con procesos que incluyen a la percepción, la memoria y el aprendizaje. Para realizar estos procesos es necesario tener habilidades en el pensamiento.

Hablar de pensamiento, es referir a la acción de pensar. Pensar al mismo tiempo es un acto mental, por medio del cual es adquirido el conocimiento. Sin embargo, esta no es la única facultad para conocer, también está la percepción, el razonamiento y la intuición. De todas ellas, el razonamiento es la más importante para el pensamiento, por ello, en los procesos de aprendizajes existe la necesidad de formar las habilidades del pensar.

El tema sobre el desarrollo de habilidades de pensamiento alcanza un notorio interés a partir de los cambios surgidos en la sociedad, cuando transita de una era

industrial a una del conocimiento. Ante esta transformación, surge la necesidad de desarrollar competencias que den respuestas a estos cambios. Por tratarse de soluciones a los problemas de la humanidad desde la aplicación del conocimiento, las competencias están relacionadas directamente con el pensamiento. En este sentido, el desarrollo de este es un tema primordial en los procesos de enseñanza – aprendizaje en todos los niveles educativos.

En este sentido, un nivel de abstracción es aplicable en distintos escenarios. Uno de ellos es el universitario, específicamente la formalidad de un lenguaje lógico es cotidiano en este contexto, donde los criterios de concreción y de estabilidad permiten el abordaje de los problemas que puedan presentarse en los procesos formativos. Por ello, el interés de la investigación en estudiantes de pregrado (Programa de Pedagogía) y postgrado (Programa de Máster) de la Universidad de Granada (España), con el propósito de comparar, la habilidad de abstracción de estos sujetos y el uso que hacen de esta habilidad, para posteriormente proponer estrategias para el desarrollo de un pensamiento con un alto nivel cognitivo.

### **Habilidades del pensamiento**

Es importante comprender el término habilidad, en primer lugar. Refiere a lo adquirido por una persona en un proceso de practicar constantemente una misma acción. Un proceso deviene en un procedimiento, éste posteriormente es aplicado convirtiéndose en una habilidad por ser practicado con frecuencia. Por ello, se habla de habilidad del pensamiento, cuando el mismo es puesto en práctica, específicamente en los procesos de enseñanza – aprendizaje. Incorporar a los modelos educativos el desarrollo de habilidades de pensamiento permiten demostrar la capacidad de elaborar juicios, tomar decisiones, entre otras acciones, en la resolución de problemas (Gómez & Miralles, 2015; Morales, 2018; Romeu, 2016).

Entre los autores clásicos sobre la temática tenemos a Nickerson et al. (1990), quienes manifiestan dos tipos de habilidades de pensamiento: de bajo orden y de orden superior. Las primeras, se refieren a habilidades específicas como el identificar. Las segundas, son la combinación y uso pertinente de las habilidades de bajo orden, como por ejemplo, el razonamiento y la solución de problemas (González-Murillo et al., 2017).

Partiendo de lo señalado, es en los sistemas educativos donde las habilidades del pensamiento juegan un papel primordial en los procesos formativos, porque el propósito de su aplicación está en enseñar al estudiante, en cualquier nivel educativo a pensar. Entonces, para desarrollar la capacidad intelectual, es necesario el fortalecimiento de las habilidades de pensamiento en la formación, así como, dentro de espacios curriculares de pregrado y postgrado. Esta postura, toma arraigo cuando encontramos una definición como la expuesta por Campirán (2017, p. 21): “son un tipo especial de procesos mentales que permiten el manejo y la transformación de la información. Toda habilidad de pensamiento se define como un producto expresado mediante un conjunto de conductas que revelan que la gente piensa”. De esta manera,

estas conducen a la comprensión, al perfeccionamiento de la capacidad de razonar y vinculan conocimientos para realizar una tarea o dar solución a un problema.

Es importante resaltar que el pensamiento nos permite tomar decisiones, resolver problemas, comprender y adaptarnos al entorno. Al realizar estas acciones con precisión es lo que se denomina habilidad. Para Elliot (1993), "las habilidades no son elementos aislados independientes, sino que están vinculados a una estructura"; esto implica que el desarrollo de una habilidad no se da aisladamente sino existe una complementariedad de ellas, y es lo que se señaló anteriormente que formaban las habilidades de pensamiento de orden superior. Se puede decir, que existe una estructura de habilidades.

Por ello, es necesario insistir e indicar que las habilidades del pensamiento están directamente relacionadas con la cognición (Montoya, 2004; Piñas et al., 2022). Lo que implica considerar las diferentes formas de conocer algo o de aprehender algo. En este sentido, sin lugar a dudas se vincula con otros procesos cognitivos como: la percepción, la memoria, el aprendizaje y el razonamiento. Específicamente, este último, es considerado la habilidad más significativa del pensamiento.

### **Nivel de habilidad de abstracción**

Aprender conocimientos es una acción vinculada directamente con el lenguaje, este es una herramienta cultural que permite transmitir la información cognitiva. Este instrumento está compuesto por signos abstractos, que se emplea en el habla y en la representación del mundo, que ni siquiera está presente, proporcionando un contexto para el desarrollo del pensamiento abstracto (Vygotsky, 2009). Desde esta perspectiva, Chomsky (1965), indica que la comunicación verbal y escrita, facilita el espacio ideal para la representación de signos abstractos y el uso de reglas de combinación simbólica.

Es importante diferenciar lo que se encuentra en la literatura sobre el tema de las habilidades del pensamiento, en lo referente al pensamiento y al razonamiento abstracto. Estos son dos procesos cognitivos distintos que se desarrollan en etapas distintas. El primero, se limita al recuerdo de eventos pretéritos, es decir, aquellos que se vivieron en un pasado, por ello, existe dificultad de representar ciertos conceptos que no existen en la realidad, en un presente, sino forma parte de un pasado. Por su parte, el segundo, refiere a la capacidad del sujeto de no sólo representar información pasada, sino idiosincrásica, es decir, propia de sí. Por tanto, el razonamiento abstracto es el nivel máximo de pensamiento y de desarrollo cognitivo (Vygotsky, 2009). En este sentido, la abstracción ha sido postulada como esencial para la evolución de la inteligencia del hombre y está vinculada directamente con el rendimiento académico.

Tapasco (2017) describe que el concepto de abstracción por si mismo es complejo, Rojas (2016) expresa que implica una posibilidad de hacer cambios en diferentes situaciones para Jaramillo y Puga (2016), en el razonamiento abstracto confluyen las habilidades meta-cognitivas de la deducción, la síntesis, la interpretación y el análisis. Estas habilidades permiten al sujeto razonar desde cualquier contexto y resolver

problemas, bien sea inductiva o deductivamente. El razonamiento inductivo es la capacidad de desarrollar reglas, ideas o conceptos generales a partir de grupos específicos de ejemplos (Iriarte et al., 2010), lo cual habilita para formar nuevos conceptos. Entre tanto, el razonamiento deductivo es la capacidad de realizar inferencias desde axiomas generales hacia casos más concretos y particulares. Precisamente, estos dos tipos de razonamiento proporcionan la posibilidad del desarrollo óptimo (Vygotsky, 2009); lo cual, evidentemente, influye en el aprendizaje del estudiante.

Profundizando en la abstracción, Beas et al. (2014, p. 69), dicen que “es una destreza intelectual de profundización y extensión que consiste en identificar los elementos esenciales de una información, para identificar un patrón general y transferirlo a otras situaciones”. Es decir, es una habilidad para la demostración de constructos teóricos diseñados en una realidad concreta, que funcionan como arquetipos para comprobar su funcionamiento en otras realidades de las mismas características o aproximadas. Este patrón general que mencionan los autores referidos es una demostración de cómo dos cosas diferentes posiblemente están conectadas.

Reflexionando sobre esta habilidad, en el contexto universitario y espacio de este estudio, se presume que los estudiantes en su formación tienen la capacidad para manejar abstractamente la información, claro está, porque en un futuro próximo bien sea en una aplicación investigativa o en una práctica profesional, los formados deben trasladar ese aprendizaje a sus contextos cotidianos, educativos o laborales. Ahora bien, Beas et al. (2014), en sus experiencias de docencia y de investigación manifiestan que existen grupos que presentan dificultades en la aplicación de la abstracción en sus actividades académicas, demostrándose en la superficialidad de sus entregas de información, como requisito evaluativo.

Partiendo de lo señalado, las dificultades más frecuentes que presentan los estudiantes al momento de realizar una abstracción son: “exploración poco sistemática de los datos, dificultad para diferenciar lo relevante de lo irrelevante, incapacidad para reconocer los patrones generales de la información y poca flexibilidad de aplicar los patrones a otras situaciones” (Beas et al., 2014, p. 70). Ante tal situación es necesario disminuir estas dificultades porque la abstracción está presente en la vida de los sujetos, por ello, no puede ser desconocida en la educación. Además, esa habilidad de abstracción es necesaria para generar pensamiento crítico, es por ello, la importancia de su desarrollo tanto en el nivel de pregrado como postgrado por medio de estrategias que incentiven un alto nivel cognitivo, por ejemplo, actividades de imaginación, procesos matemáticos, agilidad y destreza mental, entre otros.

### **Estrategias para desarrollar pensamiento abstractivo**

En lo que refiere a cómo enseñar técnicas de pensamiento, de acuerdo con Parwart citado por Johnson (2003) existen tres formas generales de llevar a cabo este proceso

de enseñanza para desarrollar el pensamiento, a saber, la enseñanza separada, la inmersión y la localización o infusión del pensamiento. Estas condicionan la naturaleza de las acciones formativas que desarrolle el profesor, así pues:

1.- “La enseñanza separada consiste en enseñar técnicas de pensamiento, independientemente del contenido temático” (p. 17). Sin embargo, como bien señala el mismo autor, este enfoque no permite al estudiante identificar un contexto específico donde generalizar el patrón.

2.- La inmersión ésta “busca que el pensamiento se desarrolle naturalmente como resultado del compromiso total (inmersión) de los estudiantes con las actividades relacionadas con el contenido temático” (p. 17). Sin embargo, esta puede ser contraproducente y hacer que estudiantes con mayores competencias fijen patrones ya adquiridos y que los que tienen dificultades se frustren al no lograr lo solicitado.

3.- La localización o infusión del pensamiento se centra dentro del contexto del material que se emplea.

En el contexto de las estrategias focalizadas en el desarrollo de la abstracción, cobra especial sentido el trabajo desarrollado por Beas et al. (2014), quienes al referirse al tema señalan los principales errores que evidencian los estudiantes al realizar una abstracción, al tiempo que sugiere algunas acciones para disminuir la ocurrencia de estos. Destacan:

1. Exploración poco sistemática de datos, en este caso, una sugerencia es instar a los estudiantes a realizar la lectura siguiendo el orden del autor.
2. Dificultad para diferenciar lo relevante de lo irrelevante: algunas estrategias útiles para subsanar esta situación, es solicitar al estudiante pueda:
  - Analizar el título del texto, para facilitar que el estudiante se centre en la idea principal del mismo. Lo cual - sugieren los autores- puede acompañarse de planteamientos donde el estudiante identifique la relación entre el título y las ideas expuestas en el texto.
  - Hacer reducción de contenido, lo que supone que el estudiante, a partir de una lectura general, pueda eliminar toda aquella información que no modifique el significado de este.
  - Formular preguntas relacionadas con el texto leído.
  - Rotular información, esto implica que, a partir de la lectura de cada párrafo, el estudiante escriba -para cada uno de ellos- un título (frase u oración acotada) lo esencial del contenido tratado
3. Incapacidad para reconocer patrones generales de información. Para ayudar a superar esta dificultad puede solicitarse al alumno responder a “cómo puedes decir lo mismo de una forma más general?” (Beas et al., 2014, p. 72).

En este mismo contexto, Mora y Parra (2015) y Beas et al. (2014); ofrecen, además, un procedimiento explícito para la abstracción, el cual se sintetiza en los pasos esquematizados que se presenta a continuación, en la Tabla 1:

**Tabla 1**

*Estrategia para la enseñanza explícita de la abstracción*

Fases	Descripción
Precisar el concepto de abstracción	Precise el concepto con los estudiantes. Apoyándose en lluvia de ideas o definiciones dadas en la literatura. Contraste las semejanzas y diferencias y semejanzas entre lo señalado en la literatura y lo expresado por los estudiantes y conduzca una construcción colectiva para lograr un aprendizaje comprensivo.
Discriminar la información relevante de la irrelevante	Solicite al estudiante la lectura de un material dado. Aplica la estrategia de reducción, para ello pida a los estudiantes extraer las ideas y conceptos claves para la comprensión del texto
Establecer un patrón general a partir de la información relevante	Muestre a los estudiantes como transformar lo concreto en abstracto, para ello solicíteles: identifica la idea central. Una pregunta orientadora puede ser: ¿qué es lo más importante que se afirma en el texto? Transforme el patrón general en algo específico.
Identificar otras situaciones donde pueda aplicar el patrón general	Inicialmente, el profesor, puede modelar situaciones específicas donde las afirmaciones declaradas en la sección anterior sean igualmente aplicables. Instando a los estudiantes a particularizar el patrón en otras circunstancias particulares.

*Fuente:* Elaboración Propia (2022).

**Método**

La metodología utilizada fue cuantitativa, precisamente se “utiliza la recolección de datos para probar hipótesis con base en la medición numérica y el análisis estadístico, con el fin establecer pautas de comportamiento y probar teorías” (Hernández et al., 2014). Además, se emplea un diseño descriptivo porque hay una “caracterización de un [...] grupo, con el fin de establecer [...] comportamiento” (Arias, 2012). Para la muestra se empleó la técnica probabilística simple, seleccionada por conveniencia (Parra, 2000) y fue aplicado un test de estrategias validado (Aravena-Gaete et al., 2020) a 47 estudiantes de la carrera de Pedagogía (pregrado) y 34 estudiantes de máster (postgrados) de la Universidad de Granada, España.

Respecto al test, primero, se realizó un taller de habilidades del pensamiento y una vez finalizada la actividad implementó el test de estrategias de manera presencial independiente por tipo de programa. Se correlacionaron las variables: edad, tipo programa y género, además se examinaron modelos de aprendizaje de máquina supervisado.

## Procedimiento de los datos

En cuanto al procesamiento de los datos, se respetaron los estándares éticos necesarios en la recolección, procesamiento y análisis. Al mismo tiempo, protegiendo a los participantes involucrados, quienes han otorgado datos con información concerniente a sus habilidades de pensamiento, específicamente abstracto. Para ello, se aplicó un test de estrategias (de 9 preguntas) se evaluaron las textualidades, por medio de criterios y categorías establecidas en una rúbrica que describe 4 niveles de ejecución (Mettler, 2011), para el análisis de abstracción, utilizando una escala ordinal (1, 2, 3, 4) para representar la cualidad que se midió por medio del test.

Para medir la abstracción se realiza un promedio simple de las 9 respuestas entregadas por los estudiantes al realizar el test. El instrumento mide la abstracción a través de la capacidad de síntesis, capacidad de elaborar una pregunta y capacidad de rotular un texto predefinido. Los niveles de abstracción, Síntesis, Elabora Pregunta y Rotula se definen en 4 clases: Óptima, Buena, Satisfactoria e Insuficiente.

Los resultados fueron volcados en una base de datos en Excel, la cual fue procesada con el programa R, bajo la plataforma de RStudio, para luego extraer los análisis descriptivos, estadísticos y de clasificación.

Las variables de entrada provenientes del resultado de evaluación del test son las siguientes:

- Evaluación Abstracción: Preguntas de la 1 a la 9
- Evaluación Síntesis: Preguntas de la 1 a la 3
- Evaluación Elabora pregunta: Preguntas de la 4 a la 6
- Evaluación Rótula: Preguntas de la 7 a la 9

Las variables demográficas que también serán utilizadas como entrada son las siguientes:

- Edad: edad de los evaluados
- Tipo de Programa: Pedagogía (pregrado)
- Género: Femenino y Masculino

La variable de salida del test y variable de decisión es el nivel de Abstracción, que viene dada por la Ecuación 1:

$$\begin{aligned} \underline{X_{AB}} &= \text{Promedio (Variables de Entrada)} \\ \underline{X_{AB}} &= \begin{cases} \text{Insuficiente,} & 1 \leq \underline{X_{AB}} < 2 \\ \text{Satisfactoria,} & 2 \leq \underline{X_{AB}} < 3 \\ \text{Buena,} & 3 \leq \underline{X_{AB}} < 3,5 \\ \text{Óptima,} & 3,5 \leq \underline{X_{AB}} \leq 4 \end{cases} \quad (\text{Ecuación 1}) \end{aligned}$$

## Base de datos

En esta investigación existen dos tipos de participantes. Por un lado, se encuentra el alumnado de Pedagogía (programa de pregrado) y, por otro, el de Máster (programa

de postgrado).

En la tabla 2 se puede observar la descripción de las variables demográficas rescatadas del test de abstracción aplicado, donde la muestra se describe con la frecuencia (fi), frecuencia acumulada (Fi), frecuencia relativa (hi) y la frecuencia relativa acumulada (Hi).

La muestra, en género, se compone de 56,8% de muestras de género masculino y 43,2% femenino.

El tipo de programa un 58,0% de muestras en Pregrado y 42,0% Postgrado

Finalmente, en edad, el 53,1% de la muestra se acumula en el rango entre 19 y 22 años, y el 46,9% en el rango mayor de 22 años.

**Tabla 2**  
*Frecuencias variables demográficas de la muestra*

Rango	Variables	fi	Fi	Hi	Hi
Rango Sexo	Masculino	46	46	56,8%	56,8%
	Femenino	35	81	43,2%	100,0%
Rango Tipo de Programa	Pregrado	47	47	58,0%	58,0%
	Postgrado	34	81	42,0%	100,0%
Rango Edad	19	16	16	19,8%	19,8%
	20	13	29	16,0%	35,8%
	21	6	35	7,4%	43,2%
	22	8	43	9,9%	53,1%
	23	9	52	11,1%	64,2%
	24	6	58	7,4%	71,6%
	25	8	66	9,9%	81,5%
	26	3	69	3,7%	85,2%
	27	2	71	2,5%	87,7%
	28	4	75	4,9%	92,6%
	29	1	76	1,2%	93,8%
	30	1	77	1,2%	95,1%
	31	3	80	3,7%	98,8%
35	1	81	1,2%	100,0%	

Fuente: Elaboración Propia (2022)

### **Análisis descriptivo y estadístico**

Se presenta un análisis descriptivo y estadístico de la base de datos obtenido de los principales hallazgos sobre la relación entre las variables de entrada, (variables demográficas y respuestas de la muestra), y salida, el Nivel de Abstracción. Se desarrolla una representación estadística, correlación y significancia de todas las variables de entrada de la muestra.

## Análisis de clasificación

Para el análisis de clasificación se han preparado 5 experimentos programados en lenguaje R (Chambers et al., 1993). Utilizando la base de datos explicada en el apartado anterior, se diseñan 5 experimentos para clasificar, en base a las variables demográficas y respuestas, y salida (Nivel de Abstracción) de los estudiantes que componen la muestra.

Los experimentos consisten en la aplicación de 5 algoritmos de máquinas de aprendizaje supervisados para generar modelos de clasificación: Máquina vectorial de soporte, Neïve Bayes, Árbol de decisiones, Bosque aleatorio y K Vecinos más Cercanos. Se comparan los diferentes modelos para seleccionar el de mejor desempeño.

## Resultados

### Análisis descriptivo

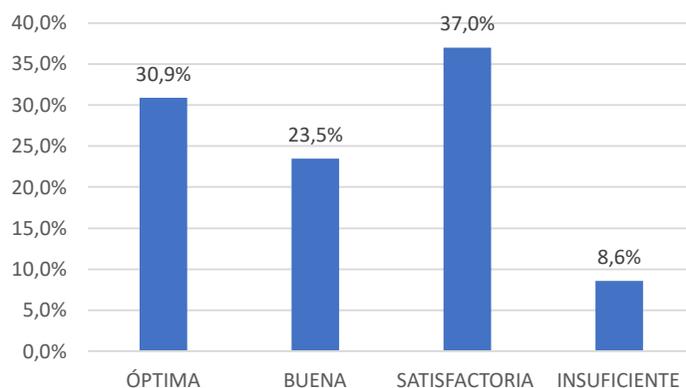
Por medio de un análisis descriptivo, se describe la comparación de las muestras, partiendo por la visualización del nivel de abstracción de la muestra completa, comparación por género, tipo de programa y rango de edad de 19 a 22 años y de mayores de 22 años.

De los datos recopilados se puede observar en la figura 1 la distribución de los niveles de abstracción de la muestra.

En general se observan buenos niveles de abstracción de los estudiantes con un 30,9% de nivel óptimo, 23,5% nivel bueno, 37,0% nivel satisfactorio y un 8,6% nivel insatisfactorio.

### Figura 1

#### Niveles de abstracción de la muestra



Fuente: Elaboración Propia (2022).

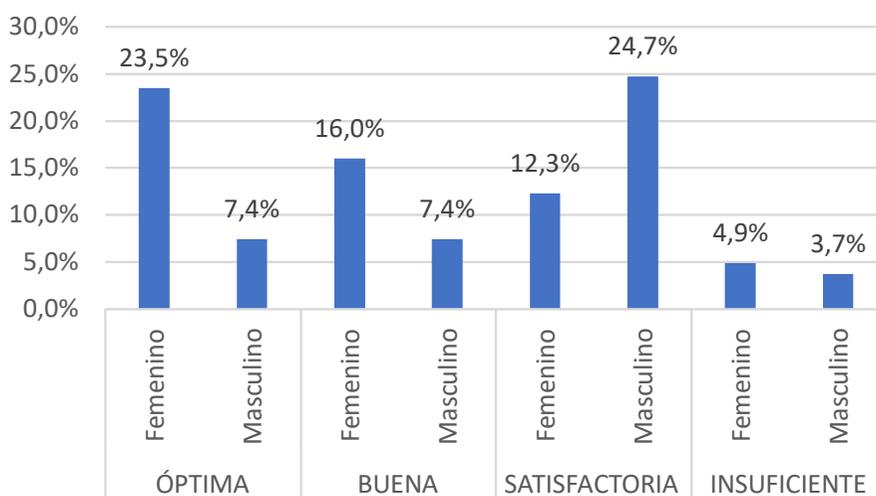
La figura 2 muestra la distribución de niveles de abstracción para el género. Se aprecia cómo el género femenino en los primeros dos niveles de abstracción, óptimo y bueno, tiene mejores resultados de abstracción que el género masculino. En el caso del nivel de abstracción óptimo el género femenino alcanza un 23,5% a diferencia del género masculino que alcanza un 7,4%. Para el caso del nivel de abstracción bueno el género femenino alcanza 16,0% y el género masculino un 7,4%; del total de la muestra.

En los niveles más bajos de abstracción esta proporción cambia. En el nivel de abstracción suficiente el género femenino alcanza un 12,3% mientras que el género masculino alcanza un 24,7%. Y finalmente en el caso del nivel de abstracción insuficiente, los resultados son parejos, donde el género femenino alcanza un 4,9% mientras el género masculino un 3,7% del total de la muestra.

En términos generales el género femenino tiene mejor rendimiento con 13,3 puntos sobre el género masculino.

**Figura 2**

*Niveles de abstracción para el Género*



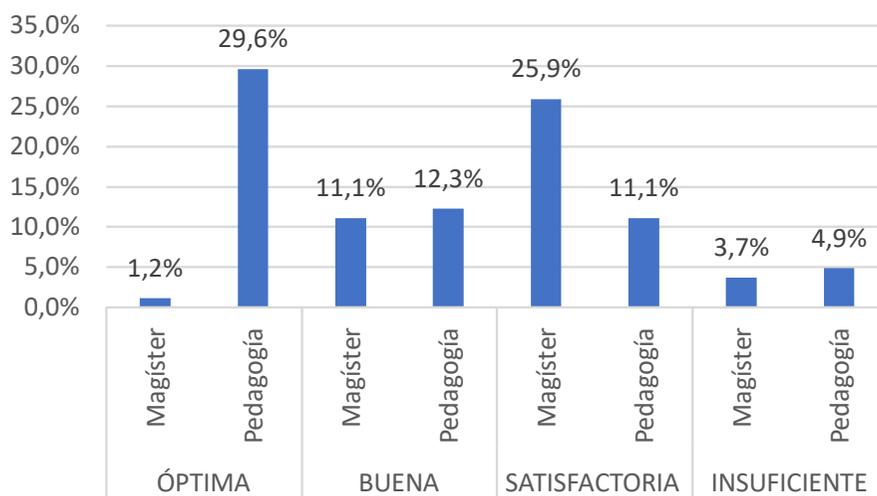
Fuente: Elaboración Propia (2022)

La figura 3 muestra la distribución de niveles de abstracción para el tipo de programa. Se observa como el tipo de Programa de Pedagogía (Pregrado), en los primeros dos niveles de abstracción, óptimo y bueno, tiene mejores resultados de abstracción que el tipo de Programa de Master (Postgrado). En los niveles más bajos de abstracción esta proporción cambia en favor del programa de Magister. En términos generales el programa de Pedagogía tiene mejor rendimiento con 14,8 puntos sobre el programa de Postgrado.

A pesar de que la intuición podría inferir un resultado contrario, por percibir que estudiantes de postgrado y con mayor edad deberían tener mejor abstracción, el resultado se explica por la variable género. Los estudiantes de género femenino son más cuantiosos en el programa de Pedagogía, donde un 83% de los estudiantes es de género femenino. En el programa de Magistero, los estudiantes de género femenino solo son un 20,6%.

**Figura 3**

*Niveles de abstracción para el Tipo de Programa*

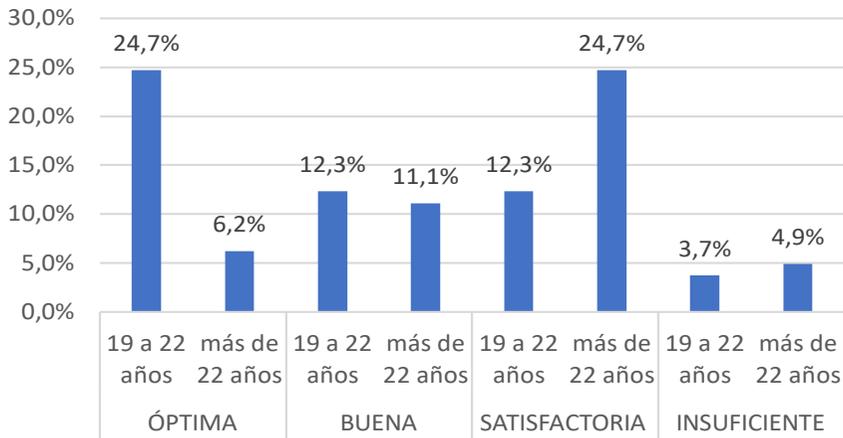


*Fuente:* Elaboración Propia (2022).

La figura 4 muestra la distribución de niveles de abstracción para dos rangos de edad, de 19 a 22 años y mayores de 22 años. Se observa cómo los estudiantes del rango de menor edad tienen mejores resultados de abstracción que los mayores de 22 años. En los niveles más bajos de abstracción esta proporción cambia en favor del programa de Magistero. Al igual que el resultado anterior, este se explica por la variable género. Los estudiantes de género femenino son más cuantiosos que los estudiantes de género masculino y, además, los estudiantes de género femenino son más cuantiosos en los rangos de menor edad pertenecientes al programa de Pedagogía.

**Figura 4**

*Niveles de abstracción para el Rango de Edad*



Fuente: Elaboración Propia (2022)

**Análisis estadístico**

Para explicar las características de la muestra, la figura 5 muestra las medidas de los mínimos y máximos, media y mediana, de cada una de las variables utilizadas de la base de datos.

Se puede observar mediante la media y mediana que las variables de evaluación Analisis1 y Rotula2, son las de mejor rendimiento con 50% de su puntuación sobre 3 puntos. El resto de las variables de evaluación tiene una distribución de puntaje uniforme.

La media y mediana en la variable de salida, AbstraccionId informa que el 50% del nivel de abstracción está sobre la etiqueta Buena. Las variables demográficas son variables dicotómicas, por lo que el análisis estadístico no muestra mayor información que una distribución uniforme de los dos valores que pueden tomar.

**Outlayers**

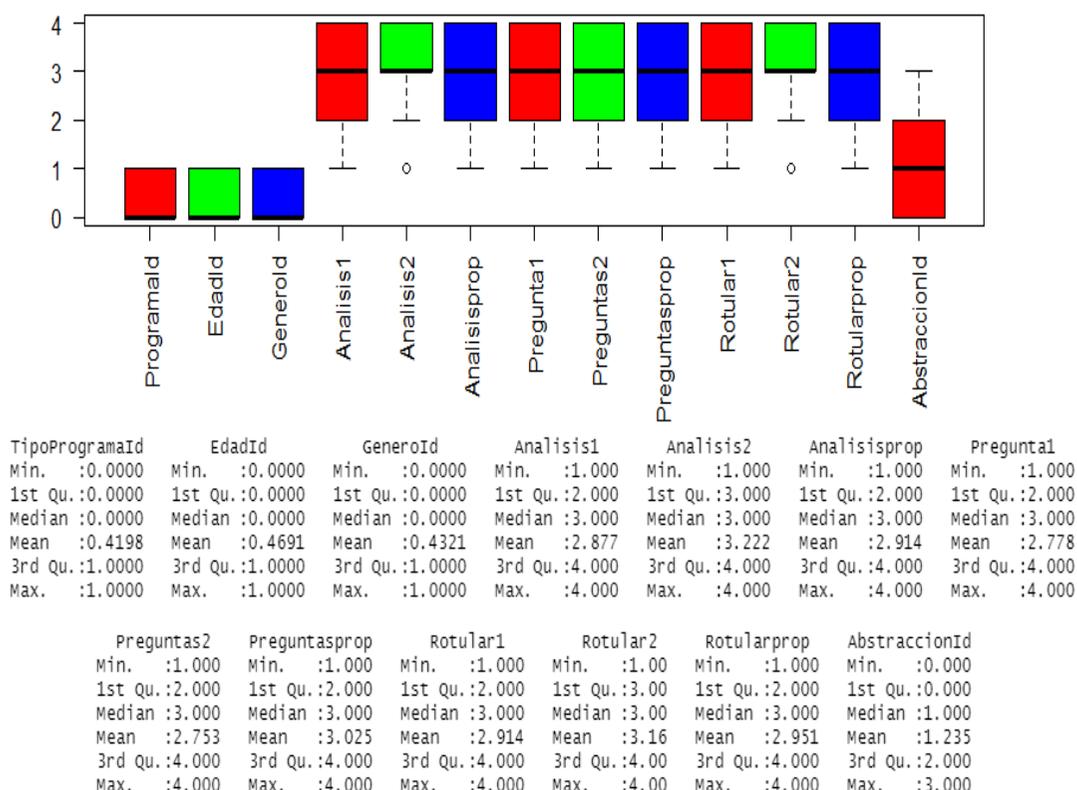
La aparición de *outlayers* en algunas variables hace necesario un mayor análisis de las respuestas de los estudiantes. Los *outlayers* describen comportamientos anormales dentro del conjunto de datos y se grafican con un círculo.

En la figura 5 se advierten *outlayers* en la variable Analisis2 y Rotula2. Para la variable Analisis2 existen 4 *outlayers* de valor “1”, que no responden a ninguna anomalía, y se explica con una respuesta insuficiente por parte del estudiante. Sin embargo, es interesante que solo un 4,9% de los estudiantes hayan respondido mal.

Para el caso de la variable Rotula2, el análisis es similar, solo cambia el número de *outlayers* (“6”) que muestra que el 7,4% de los estudiantes respondieron con calificación insuficiente.

**Figura 5**

*Características del conjunto de datos*



Fuente: Elaboración Propia (2022)

### **Análisis de correlación**

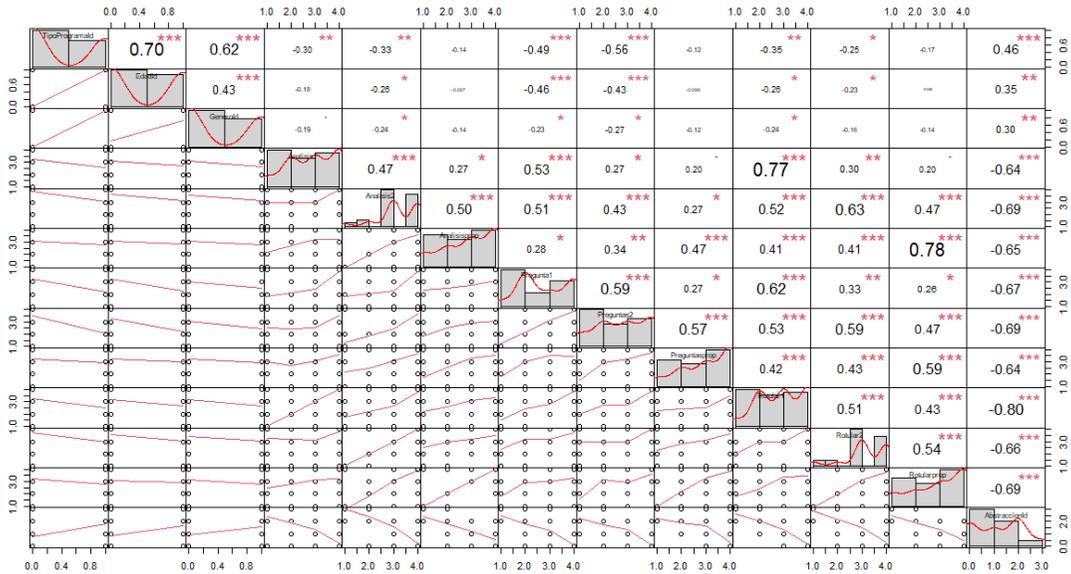
La figura 6 detalla la correlación de las variables demográficas, de evaluación del test y la salida (niveles de abstracción).

El análisis se focaliza en las correlaciones, y significancias de las variables demográficas con la variable de salida, o clasificación de la abstracción en sus distintos niveles, pues se quiere demostrar que las variables demográficas son importantes y tributan información tan importante como las variables de evaluación del test para la clasificación de la abstracción.

Se observa que la correlación de las variables demográficas con la salida es baja, de 0,46 para el Tipo de Programa, 0,35 para la Edad, y 0,30 para el Género, sin embargo, la significancia de las variables demográficas con la salida son altas, y esto implica que la información de estas variables es importante para resolver la salida de la clasificación.

**Figura 6**

*Correlación, distribución y significancia de las variables de entrada y salida*



Fuente: Elaboración Propia (2022).

Como conclusión se puede decir que las variables demográficas deben ser incorporadas en la función objetivo que clasifique la abstracción, ya que contienen información relevante para la decisión de clasificación del nivel de abstracción.

### **Análisis de clasificación**

Como se mencionó en apartados anteriores, la clasificación de los niveles de abstracción se realizará mediante la generación modelos de aprendizaje de máquina supervisado: Máquina vectorial de soporte, K Vecinos más Cercanos, Bayes Ingenuo, Bosque aleatorio y Árbol de decisiones.

### **Máquina vectorial de soporte (SVM del inglés Support Vector Machine)**

La tabla 3 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo SVM. Se puede apreciar en la Matriz de Confusión, el accuracy y el índice Kappa.

Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 76,47%. Si bien no es un resultado desfavorable, tampoco es un resultado bueno.

Se puede apreciar un 80% de exactitud en la clasificación de los niveles de abstracción para 4 clases y un error del 20%, algo no deseable.

**Tabla 3**

*Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, modelo SVM*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	4	0	1	1
Insuficiente	0	2	0	0
Optima	2	0	3	0
Satisfactoria	0	0	0	4

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics

Accuracy: 0,7647

Kappa: 0.6746

*K – Vecinos más Cercanos (KNN del inglés K – Nearest Neighbors)*

La tabla 4 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo KNN. Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 64,71%. La exactitud del modelo es baja comparada con SVM, por lo que se descarta para el modelo final.

**Tabla 4**

*Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, Modelo KNN*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	3	0	2	1
Insuficiente	0	2	0	0
Optima	2	0	3	0
Satisfactoria	0	1	0	3

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics

Accuracy: 0,6471

Kappa: 0.5189

*Bayes Ingenuo (NV del inglés Naïve Bayes)*

La tabla 5 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo NV. Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 70,59%.

La exactitud del modelo es baja comparada con SVM, por lo que se descarta para el modelo final.

**Tabla 5**

*Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, Modelo NV*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	4	0	1	1
Insuficiente	0	1	0	1
Optima	2	0	3	0
Satisfactoria	0	0	0	4

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics  
Accuracy: 0,7059  
Kappa: 0.5894

*Bosque Aleatorio (RF del inglés Random Forest)*

La tabla 6 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo RF. Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 94,12%. La exactitud del modelo es alta, especialmente si se trabaja con 4 clases (salidas del modelo). Además, con este resultado del accuracy, el modelo con SVM puede ser descartado.

**Tabla 6**

*Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, Modelo RF*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	5	0	0	1
Insuficiente	0	2	0	0
Optima	0	0	5	0
Satisfactoria	0	0	0	4

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics  
Accuracy: 0,9412  
Kappa: 0.919

*Árbol de Decisión (DT del inglés Decision Tree)*

La tabla 7 muestra el reporte entregado por RStudio para el análisis de las pruebas del modelo DT. Se observa que el rendimiento del modelo alcanza un accuracy de 70,59%.

La exactitud del modelo es baja comparada con RF, por lo que se descarta para el modelo final.

**Tabla 7***Reporte RStudio para Matriz de Confusión, Accuracy e índice KAPPA, Modelo DT*

Predicciones	Buena	Insuficiente	Optima	Satisfactoria
Buena	5	0	0	1
Insuficiente	0	2	0	0
Optima	3	0	2	0
Satisfactoria	0	1	0	3

Fuente: Elaboración Propia (2022).

Overall Statistics

Accuracy: 0,7059

Kappa: 0.5933

*Resumen comparación de modelos*

La tabla 8 muestra el reporte resumen del rendimiento de los modelos en su etapa de prueba. Se aprecia que el modelo con RF tiene el mejor accuracy con un 94,12%. Por otro lado, se observa que el índice KAPPA del mismo modelo tiene un valor de 0,919 lo que significa un alto grado de concordancia de las evaluaciones entregadas por el modelo.

**Tabla 8***Resumen comparación de modelos*

	SVM	KNN	NB	RF	DT
Accuracy	76.47	64.71	70.59	94.12	70.59
Kappa	67.46	51.89	58.94	91.90	59.33

Fuente: Elaboración Propia (2022).

**Entrenamiento y prueba**

La base de datos de abstracción es separada en un set de entrenamiento y otro para pruebas. Para garantizar que el análisis estadístico es independiente de la partición de los datos de entrenamiento y prueba, se utilizará la técnica k-fold validation.

El set de entrenamiento, como su nombre lo dice, estará a cargo de entrenar el modelo. El set de entrenamiento está compuesto por el 80% de la base de datos. Así el set de prueba estará compuesto por el resto de los registros de la base de datos, un 20% de los registros. El set de prueba servirá para evaluar el desempeño de los modelos de clasificación comparando las salidas (salidas conocidas) de la base de datos de prueba con las salidas del modelo (clasificaciones o predicciones del modelo).

La base de datos de abstracción consta de 9 variables de entrada, que se obtienen

del test de abstracción realizado a los estudiantes, y 1 variable de salida que es la evaluación final del test (abstracción).

Además de estas variables, se incluyen en los análisis las variables demográficas: Tipo de Programa, Género, y edad, que entregan información adicional a los modelos.

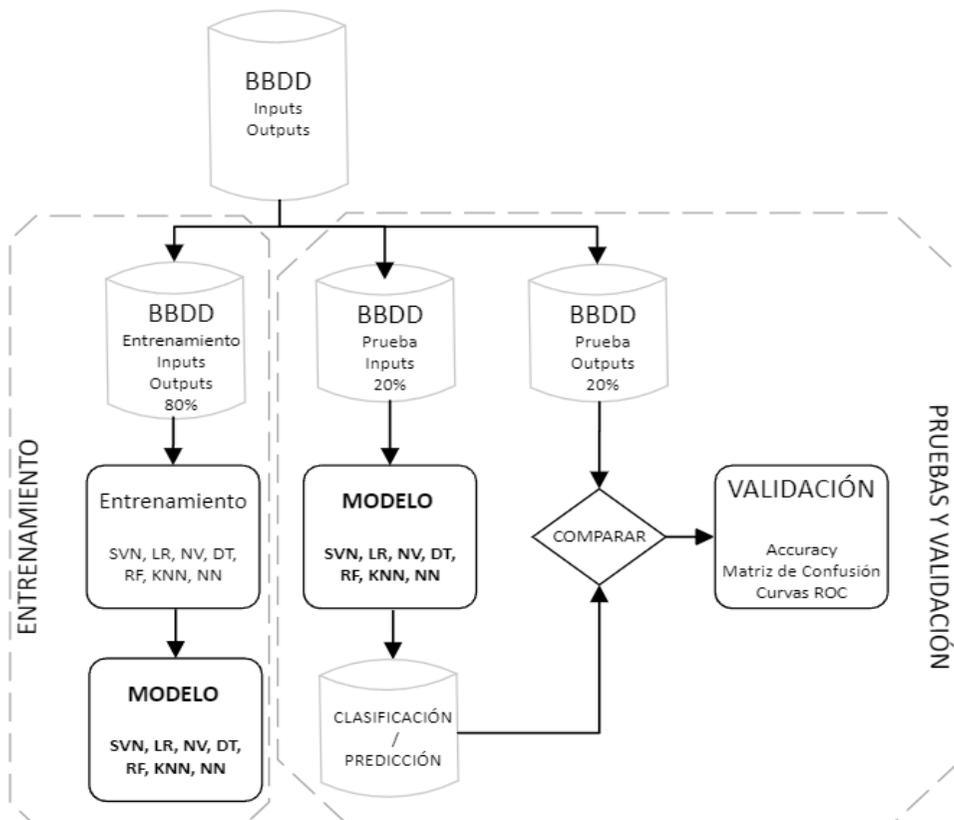
Cada salida de los modelos de clasificación consta de 4 clases:

Abstracción: Óptima, Buena, Satisfactoria e Insuficiente.

La figura 7 muestra el modelo general de clasificación que es utilizado para entrenamiento y prueba, y validación de resultados de clasificación.

**Figura 7**

*Modelo de Clasificación General con Entradas y Clases, y Validación*



Fuente: Elaboración Propia (2022).

Para medir el desempeño de los modelos de clasificación se utilizarán matrices de confusión, la variable de rendimiento accuracy y la índice kappa. La explicación de estas dos herramientas se puede encontrar en (Chambers et al., 1993).

El accuracy nos entrega el valor de exactitud de la clasificación de un modelo. La ecuación 2 muestra cómo se realiza el cálculo del accuracy respecto a la detección del modelo. Los valores de VP, VN, FP, y FN provienen directamente del cálculo de la Matriz de Confusión.

$$\text{Accuracy} = (\text{VP} + \text{VN}) / (\text{VP} + \text{FP} + \text{FN} + \text{VN}) \quad (\text{Ecuación 2})$$

Donde,

VP son los resultados Verdaderos Positivos

VN son los resultados Verdaderos Negativos

FP son los resultados Falsos Positivos

FN son los resultados Falsos Negativos

## **Conclusión y discusión**

Se concluye en este estudio que los sujetos género femenino tienen un mejor nivel de abstracción que los sujetos género masculino. Además, el 30,8% de los estudiantes se encuentran en el nivel óptimo, sin embargo, un alto porcentaje de estudiantes que obtienen un nivel bajo de abstracción. Asimismo, otras investigaciones (Figuroa et al., 2021), la muestra fue del 100% de género femenino y se evaluó esta habilidad, arrojando porcentajes muy bajos. Otros estudios (Araneda et al., 2019), evidencian similar condición, por lo tanto, no siempre el género femenino obtiene buenos índices, es por ello, que hay que seguir avanzando en implementar estrategias para cada tipo de programa, donde exista un grado de complejidad para trabajar esta habilidad y con un nivel de progresión coordinado entre programas. Se estima que los estudiantes del Programa de Master (Postgrado) posean una mejor preparación en referencia a los estudiantes de pregrado, por haber cursado un pregrado y cuentan con uno o dos años extra de formación académica. En este estudio se demuestra que los estudiantes del programa de Pedagogía (Pregrado) tienen un mejor nivel de abstracción que los estudiantes del Programa de Magister (Postgrado).

La abstracción, como habilidad del pensamiento, demanda, en principio, la consolidación de otras habilidades superiores e inferiores. Es así como, para el desarrollo de la abstracción debe hacerse uso de una variada gama de estrategias y recursos que permitan dar cuenta de lo que se desea formar, todo lo cual, estará intrínsecamente relacionado con la concepción de aprendizaje que se asuma, además del enfoque de enseñanza. Por lo que, si se asume una perspectiva constructivista, entenderemos el proceso de enseñanza-aprendizaje como una construcción de conocimientos, donde los procesos mentales de quienes aprenden son inseparables de los procesos de interacción en el aula entre los distintos actores educativos (Báez & Orumbia, 2016).

Las habilidades del pensamiento de orden superior, requieren de la enseñanza explícita y que se pongan en práctica de manera formativa, que exista un monitoreo y

retroalimentación de la tarea y del proceso, debido a que no son sencillas de generar, esencialmente la abstracción, que tiene una serie de fases (Beas et al., 2014; Marzano & Pickering, 2005) para lograrla y que si un estudiantes no es capaz de analizar perspectivas o reducir o sintetizar información, es decir, taxonomías inferiores (Krathwohl citado en Jensen et al., 2014), será complejo que en el proceso de aprendizaje el educando logre la capacidad de abstracción y por ende, obtenga un alto nivel pensamiento cognitivo a lo largo de su formación tanto en pregrado como en postgrados.

Unas de las limitaciones de esta investigación es la baja cantidad de participantes que se aplicó el instrumento, sin embargo, a este equipo de investigadores le ha permitido generar conocimiento, dado que nos encontramos en la elaboración de algoritmos de un proceso de abstracción que evidenciará en qué parte del proceso los estudiantes tiene mayores o menores dificultades para avanzar en esta habilidad superior. Por otra parte, también ha permitido mejorar el test de estrategia, el cual se ha adicionado variables demográficas que permiten en el futuro correlacionar variables para enriquecer los análisis obtenidos, tales como: nivel educacional de los padres, tipo de establecimiento escolar, tipo de universidad y primera generación de Educación Superior.

Finalmente, el test de estrategias se traducirá en dos idiomas, inglés y portugués para implementarlos en otros países y comparar la habilidad de abstracción.

### ***Agradecimientos***

Se agradece a la Universidad de Granada, al Grupo de Investigación Análisis de la Realidad Educativa (AREA) por el apoyo brindado en la prestación de los espacios para impartir el taller de habilidades cognitivas y el acceso al campo de estudios para aplicar el instrumento en las carreras de pedagogía y máster.

### ***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, José Moncada Sánchez. y Diana Flores Noya; metodología, Margarita Aravena Gaete; software, David Ruete; Zúñiga validación, Margarita Aravena Gaete y David Ruete Zúñiga; análisis formal, Diana Flores. Noya; investigación, Margarita Aravena Gaete; recursos, Margarita Aravena Gaete; análisis de datos, David Ruete Zúñiga; redacción del borrador original, Margarita Aravena Gaete y Diana Flores Noya; redacción, José Moncada Sánchez.

## Referencias

- Aravena-Gaete, M., Campos-Soto, M. N. y Rodríguez-Jiménez, C. (2020). Learning Strategies at a Higher Taxonomic Level in Primary Education Students in the Digital Age. *Sustainability*, 12(23). <https://doi.org/10.3390/su12239877>
- Araneda, C., Aravena, G., Cortes, T. y El Homrani, M., (2019). New profile of the university student and his thinking strategies: Evidence from Chile. *Research and Innovation (ICERI)* (pp. 8607-8611). <https://doi.org/10.21125/iceri.2019>
- Arias, F. (2012). *El proyecto de investigación. Introducción a la metodología de la investigación*. Sexta edición. Editorial Episteme.
- Báez J. y Onrubia J. (2016) Una revisión de tres modelos para enseñar las habilidades de pensamiento en el marco escolar. *Perspectiva Educativa. Formación de Profesores*, 55(1), 94-113.
- Beas, J., Santa Cruz, J., Thomsen, P. y Utreras, S. (2014). *Enseñar a pensar para aprender mejor*. Ediciones Universidad Católica de Chile.
- Campirán S., A. (2017). *Habilidades de pensamiento crítico y creativo. Toma de decisiones y solución de problemas. Lecturas y ejercicios para el nivel universitario*. Facultad de Filosofía, Universidad Veracruzana. <https://www.uv.mx/apps/afbgcursos/Antologia> PC  
<https://www.uv.mx/apps/afbgcursos/Antologia> 2017/Documentos/Campiran A (2017) Libro de Texto SP HP Antologia.pdf
- Chambers, J.; Gentleman, R. e Ihaka, R. (1993). *The R Project for Statistical Computing*. Vienna, Austria. <http://www.r-project.org/>
- Chomsky, N. (1965). *Aspects of the theory of syntax*. MIT Press. <http://www.colinphillips.net/wp-content/uploads/2015/09/chomsky1965-ch1.pdf>
- Elliot, J. (1993). *El cambio educativo desde la investigación-acción*. Ediciones Morata.
- Figuroa, A., Aravena, M., Campos, N. y Ruete, D., (2021). Desarrollo de habilidades complejas por medio del video juego. *Revista Texto Livre*, 14(2). <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2021.33575>
- González-Murillo, L.A., Cárdenas-Galindo, J.A. y Arellano-González, J.C. (2017). Desarrollo de habilidades del pensamiento de orden superior a través de actitudes de desempeño. *Revista electrónica Anfei digital*, 6, 1-9.
- Gómez, C. J. y Miralles, P. (2015). ¿Pensar históricamente o memorizar el pasado? La evaluación de los contenidos históricos en la educación obligatoria en España. *Revista de Estudios Sociales*, 52, 52-68. <https://doi.org/10.7440/res52.2015.04>
- Hernández S., R., Fernández C., C. y Baptista L., M. (2014). *Metodología de la investigación*. Sexta edición. Editorial McGraw Hill
- Iriarte, F., Espelta, Á., Zapata, E., Cortina, L., Zambrano, E. y Fernández, F. (2010). El razonamiento lógico en estudiantes universitarios. *Zona próxima*, 12, 40-61. <https://www.redalyc.org/pdf/853/85316155003.pdf>
- Jaramillo, L. y Puga, L. (2016). El pensamiento lógico-abstracto como sustento para

- potenciar los procesos cognitivos en la educación. *Sophia, Colección de Filosofía de la Educación*, 21, 31-55. <https://doi.org/10.17163/soph.n21.2016.01>
- Jensen, J.L., McDaniel, M.A., Woodard, S.M. y Kummer, T.A. (2014). Teaching to the test...or testing to teach: exams requiring higher order thinking skills encourage greater conceptual understanding. *Educational Psychology Review*, 26(2), 307-329. <https://doi.org/10.1007/s10648-013-9248-9>
- Johnson, A. P. (2003). *El desarrollo de las habilidades de pensamiento. Aplicación y planificación para cada disciplina*. Troquel.
- Marzano, R. J. y Pickering, D. J. (2005). *Dimensiones del Aprendizaje. Manual para el maestro*. ITESO.
- Mettler, C. (2011). Designing scoring rubrics for your classroom, *Practical Assessment, Research & Evaluation*, 7(25), 2-8.
- Montoya P., L. M. (2004). Propuesta de un proceso educativo de habilidades de pensamiento como estrategias de aprendizaje de las organizaciones. *Contaduría y Administración*, 214. <https://www.redalyc.org/pdf/395/39521404.pdf>
- Mora D., A. y Parra P., P. (2015). *Estrategia de aprendizaje para potenciar el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes principiantes de la corporación de ciencia y desarrollo*. [Trabajo de investigación para optar al título de Magíster en Ciencias de la Educación con énfasis en Docencia Universitaria. Universidad Libre de Colombia]. <https://repository.unilibre.edu.co/bitstream/handle/10901/8334/TRABAJO%20DE%20GRADO%20CD.pdf?sequence=1>
- Morales B., P. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico, ¿una relación vinculante? *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(2), 91-108. <http://dx.doi.org/10.6018/reifop.21.2.323371>
- Nickerson, R.S., Perkins, D. y Smith E.E., eds. (1990). *Enseñar a pensar: aspectos de la aptitud intelectual*. Editorial Paidós.
- Parra, O., J. (2000). *Guía de muestreo*. Primera edición. Dirección de Cultura de la Universidad del Zulia.
- Piñas M., M. B., Casanova Z., T. A., Navas B., C., Peñafiel R., M. P. y Vásquez F., G.G. (2022). Desarrollo de habilidades de pensamiento para la preparación del ingreso a las Universidades del Ecuador. *Pol. Con.*, 7,(3), 643-652.
- Rojas, J. (2016). El pensamiento Abstracto a partir de la interdisciplinariedad de las Matemáticas. La Educación Matemática como Herramienta en el Desempeño Profesional Docente. *Eco matemático*, 8(1), 51-53.
- Romeu, P., M. C. (2016). *Desarrollo de las habilidades de pensamiento en la metodología AICLE en Educación Primaria. Un análisis de materiales para Ciencias Naturales*. [Tesis Doctoral. Universidad Cardenal Herrera–UCE].
- Tapasco, S.M. (2017). Research and experimentation in the development of abstract thought: an analysis. *RACCIS*, 7(2), 36-45. .

Vygotsky, L. S. (2009). El desarrollo de los *procesos psicológicos superiores*. Editorial Crítica. <https://saberepsi.files.wordpress.com/2016/09/vygostki-el-desarrollo-de-los-procesos-psicolc3b3gicos-superiores.pdf>

# Álbumes ilustrados para trabajar las migraciones. Una propuesta interdisciplinar para la formación del profesorado de Educación Primaria

Amaia SERRANO-MARIEZKURRENA  
Ursula LUNA

Datos de contacto:

Amaia Serrano-Mariezkurrena  
Universidad del País Vasco  
UPV/EHU  
[amaia.serrano@ehu.eus](mailto:amaia.serrano@ehu.eus)

Ursula Luna  
Universidad del País Vasco  
UPV/EHU  
[ursula.luna@ehu.eus](mailto:ursula.luna@ehu.eus)

Recibido: 19/07/2022  
Aceptado: 03/01/2023

## RESUMEN

El El uso de los álbumes ilustrados para tratar temas controvertidos en el aula se presenta como una oportunidad para el desarrollo de la competencia crítica y la creatividad literaria, por lo que el futuro profesorado debe estar formado en estos ámbitos. Este artículo muestra la primera fase del proyecto interdisciplinar “Álbumes ilustrados para acercarnos a las migraciones”, desarrollado en dos asignaturas del Grado de Educación Primaria. Se detallan las sesiones formativas que tienen como objetivo preparar al alumnado para el desarrollo de un proyecto final: diseñar una propuesta didáctica dirigida a alumnado de Educación Primaria de la Universidad del País Vasco UPV/EHU. El profesorado en formación debe crear un álbum ilustrado centrado en el tema de las migraciones, y plantear una sesión didáctica basado en su tratamiento didáctico desde una perspectiva crítica. Para conocer la opinión del alumnado acerca de la idoneidad de las sesiones y el proyecto para su formación, además de su percepción del aprendizaje, se utiliza un cuestionario de 31 ítems, de los cuales se han seleccionado 12 para este estudio, completado por un total de 45 sujetos. La mayoría del alumnado considera esta primera fase válida, útil y relevante, aunque destacan carencias respecto las habilidades creativas para la realización de un álbum ilustrado, así como la dificultad de plantear actividades que fomenten el pensamiento crítico. Por ello, se observa la necesidad de incidir en estos aspectos en la formación del futuro profesorado, adaptando los contenidos y ejercicios de la fase formativa que se presentan.

**PALABRAS CLAVE:** Álbumes ilustrados; Migraciones; Formación profesorado; Pensamiento crítico; Temas controvertidos.

## ***Picture books to work on migrations. An interdisciplinary proposal for Primary School teacher training***

### **ABSTRACT**

The use of picture books to deal with controversial issues in the classroom represents as an opportunity for the development of critical competence and literary creativity; therefore, future teachers should be trained in these areas. This article shows the first phase of the interdisciplinary project "Picture books to approach migrations", developed in two subjects of the Primary Education Degree at the University of the Basque Country. This project, details the training sessions that aim to prepare students for the development of a final project: the design of a didactic proposal aimed at Primary Education students. The teachers in training must create a picture book about migrations, and propose a didactic session based on its didactic treatment from a critical perspective. In order to know the students' opinion about the suitability of the sessions and the project for their training, as well as their perception of learning, a 31-item questionnaire was used, of which 12 were selected for this study, completed by a total of 45 subjects. Most of the students consider this first phase to be valid, useful and relevant, although some of them point out shortcomings regarding artistic skills to create a picture book, as well as the difficulty of planning activities that encourage critical thinking. Therefore, there is a need to focus on these aspects in the training of future teachers, adapting the contents and exercises of the training phase presented.

**KEYWORDS:** Picture books; Migrations; Teacher training; Critical Thinking; Controversial issues.

### ***Introducción***

Son muchos los expertos (Lapeña-Gallego & Hidalgo-Rodríguez, 2017; Ruíz-Guerrero & Molina-Puche, 2020; Vara, 2016) y los proyectos y propuestas (Colomer, 2012; Cotton & Daly, 2015; Gómez & Gonzalo, 2020; Johnston & Bainbridge, 2013; O'Neil, 2010; Ruíz-Guerrero & Molina-Puche, 2018) que han demostrado la eficacia del tratamiento de un tema candente o conflictivo en las aulas a través del álbum ilustrado. En este artículo, por tanto, partimos de la premisa de que la educación para la ciudadanía, basada en crear sociedades democráticas, justas y solidarias, puede conseguirse también a partir de la educación literaria (Encabo et al., 2012; Ricardo & Balça, 2021).

La estética tan llamativa y sorpresiva de los álbumes ilustrados, su extensión adecuada a las sesiones escolares, y su apertura interpretativa, que favorece el debate, son, entre otros, los beneficios de utilizarlos en las aulas (Colomer, 2012). Al mismo tiempo, la relación entre el código visual y el textual puede favorecer la creatividad y suponer un reto para el desarrollo cognitivo (Galarraga, 2018) debido a la complejidad interpretativa del propio género (Nikolajeva, 2003; O'Neil, 2011). Es manifiesta, por

tanto, la necesidad de formar a los futuros profesores en el código y utilidad de dicho artefacto para desarrollar la competencia literaria y la cívica, puesto que este recurso posibilita interpretaciones diversas acerca de las ideas mostradas, y facilita el trabajar estos temas desde distintas perspectivas (Encabo et al., 2012).

El enfoque interdisciplinar en la formación del futuro profesorado ha sido más una quimera que una realidad, aun reconociéndose como estrategia que propicia establecer paralelismos y conectar saberes de distintas disciplinas y áreas de conocimiento (León, 2010). Sin embargo, en los grados de educación, cada vez es más común encontrar proyectos interdisciplinares de éxito que muestran al futuro profesorado las distintas opciones y posibilidades de enlazar los conocimientos y aplicarlos al contexto real.

Para responder a estas necesidades, se presenta aquí el proyecto “Álbumes ilustrados para acercarnos a las migraciones”, un trabajo interdisciplinar de formación del profesorado del Grado de Educación Primaria –en adelante EP–, de la Universidad del País Vasco, desarrollado en la Facultad de Educación, Filosofía y Antropología del campus de Gipuzkoa. Se trata de un proyecto que realiza el alumnado matriculado en el tercer curso y en dos de las asignaturas obligatorias del grado: “Didáctica de las Ciencias Sociales II” –en adelante DCCSS– y “Didáctica de la Lengua y la Literatura” –en adelante DLL–. Todo el proyecto se ha desarrollado en euskara, puesto que el Grado ofertado por la universidad en el campus de Gipuzkoa sólo se realiza en ese idioma.

Los objetivos dirigidos a la formación del profesorado son:

- 1) Aprender a trabajar un tema controvertido como el fenómeno de las migraciones de manera crítica.
- 2) Interpretar álbumes ilustrados a través de los entresijos de dicho género y conocer la manera de utilizarlos en el aula de primaria
- 3) Aplicar todos los conocimientos de la DCCSS y DLL a la hora de crear un álbum ilustrado propio y trabajar en torno a su utilización en un contexto real, diseñando una propuesta didáctica adaptada a EP.

Este proyecto consta de cuatro fases: la primera, sobre la que versa este trabajo, está dedicada a la formación del futuro profesorado en temas controvertidos y álbumes ilustrados, como base teórica necesaria para desarrollar una propuesta didáctica en la siguiente fase. En la segunda, como hemos mencionado previamente, el alumnado participante, mediante la metodología de aprendizaje basado en proyectos, debe realizar una propuesta didáctica dirigida al alumnado de EP, en el que se trabajen las migraciones, desde un punto de vista reflexivo y crítico, basado en la creación de un álbum ilustrado propio e inédito. En una tercera fase, la propuesta didáctica se lleva a cabo en un contexto real, en la que el futuro profesorado debe desarrollar su trabajo en un aula de tercero o cuarto de EP, durante una sesión de dos horas. La cuarta fase trata de la evaluación y reflexión del proyecto.

En cuanto a este artículo, son dos los objetivos a los que se refiere:

- O1: Describir la Fase I del proyecto, donde se establece la formación previa que recibe el alumnado del Grado.
- O2: Mostrar la opinión del alumnado acerca de la idoneidad y utilidad de la formación recibida en esa primera fase y su percepción del aprendizaje.

## ***Temas controvertidos para trabajar las migraciones***

Los temas controvertidos –también llamados por algunos autores temas candentes o conflictivos–, son, sin lugar a dudas, elementos imprescindibles a tratar en los entornos educativos (López-Facal & Santidrián, 2011). Su potencialidad educativa reside en que contribuyen al desarrollo del pensamiento crítico y a la reflexión basándose en el debate, la exposición de distintas opiniones, la argumentación y el consenso (Santisteban, 2019). Dichos problemas deben servir de herramientas para la reflexión y la aplicación a la vida real, ayudando al alumnado a tomar decisiones que afecten a su entorno (Gómez Carrasco et al., 2018; López-Facal, 2013). La reflexión sobre este y otros problemas actuales, debe tener como objetivo incidir en el futuro de una sociedad más democrática, permitiendo al alumnado comprender que sus cambios actitudinales, sociales y políticos pueden generar una realidad social alternativa (Cooper & Chapman, 2009).

La inclusión de las migraciones como tema de discusión es más que necesario en la actualidad, en la que el fenómeno migratorio se está exponiendo al mundo como una problemática social que afecta de manera negativa a los países receptores, aunque bien es sabido que no se trata de un fenómeno nuevo ni acabado (Valero-Matas et al., 2014). El auge de ideologías radicalizadas y la reaparición de las políticas anti-migratorias, ha generado un malestar social sobre el que se debate continuamente tanto en el ámbito público como en el privado, por lo que es necesario trabajar desde una pedagogía de reflexión y compromiso (Díez Gutierrez & Carbonell, 2022).

Tratar las migraciones en Ciencias Sociales, se convierte en una oportunidad excepcional para trabajar la competencia social y cívica (Barton & Levstik, 2004), que conecta con la necesidad de una recuperación y revalorización de historias y memorias de grupos y personas invisibilizadas y olvidadas, por lo que este tema conflictivo también se encuentra conectado con la tradición francófona de las Cuestiones Socialmente Vivas (Santisteban, 2019). Para trabajar sobre este tema, es necesario que el alumnado no sólo pueda relacionar los problemas sociales con los contenidos tratados, sino valerse de diversas herramientas que le aporten distintos puntos de vista, le permitan escuchar otras opiniones, a la vez que es capaz de aportar las propias (Santisteban, 2019). Los debates generados en el aula sobre la percepción que tenemos sobre los migrantes, la utilización de testimonios reales o la visualización de distintos medios de comunicación que hacen mención al fenómeno migratorio son recursos válidos para ello. Elementos como las historias de vida, por ejemplo, permiten “explorar la realidad social desde la perspectiva del individuo concreto y real” (Rayón et al., 2011: 114) y ofrecen la oportunidad de conocer el método científico utilizado en investigaciones relacionadas con la historia oral (Feliu y Hernández, 2011).

En la formación del futuro profesorado, el pensamiento crítico es una competencia básica, ya que permite repensar sobre ideas preconcebidas, aprender a argumentar las ideas propias (Santiago Rivera, 2016; Zelaieta & Camino, 2018), evaluar e interpretar información de manera efectiva y buscar soluciones probándose con criterios (López-Facal & Santidrián, 2011; Paul & Elder, 2003). Por ello, trabajar las migraciones en la formación inicial docente, puede suponer una oportunidad para aprender a integrar los temas conflictivos en el aula y conocer herramientas y estrategias aplicables a EP.

## **Álbumes ilustrados y educación literaria**

En la educación literaria, los mediadores tienen una gran repercusión a la hora de conseguir un sólido conocimiento literario y la tan deseada animación a la lectura entre los jóvenes (Martín, 2009; Mata, 2008; Moreno, 2008). Por ello es imprescindible que los futuros docentes sepan realizar una elección adecuada del corpus de literatura infantil y juvenil (LIJ) en cada contexto de aprendizaje y tengan una buena competencia lectora que implique el conocimiento del código del género literario, la interpretación de los mundos simbólicos, la intertextualidad y la interdisciplinariedad (Retolaza & Serrano, 2014).

La formación en la capacidad interpretativa de los álbumes ilustrados es todavía más necesaria, si cabe, por la intrínseca complejidad del género artístico-literario, cuyo potencial visual y gran economía del lenguaje favorece distintos niveles de lectura y autoconocimiento (Driggs & Sipe, 1997), sobre todo porque esa sinergia entre imágenes y palabras ha demostrado despertar gran interés entre los lectores más jóvenes.

No obstante, cuando la temática que tratan dichos libros es compleja o tabú, también puede darse el efecto contrario. Ese rechazo se debe, tal como señala Arizpe (2017), al doble impacto que las imágenes y las palabras pueden provocar en el lector, por el choque cognitivo y emocional que supone el planteamiento de la ficción frente a su realidad. Dicha reacción justifica la necesidad de tratar temas conflictivos en la educación obligatoria, y la apuesta de los autores de álbumes al romper tabúes (Sardi, 2013) y a abrir un debate colectivo a través de las interpretaciones de mundos posibles, resulta de gran ayuda para desafiar algunas convenciones. Actualmente, podemos encontrar herramientas que nos permiten determinar si un álbum ilustrado puede ser válido para promover el pensamiento crítico (Ruíz-Guerrero & Molina-Puche, 2021), además de proyectos que trabajan sobre álbumes ilustrados como herramientas didácticas, como el European Picture Book Collection o “La literatura que acoge: Inmigración y lectura de álbumes” del grupo de investigación GRETEL (Colomer, 2012).

También es importante incidir en la necesidad de organizar espacios de creación artístico-literaria en todos los niveles educativos, ya que, tal como señala el diagnóstico realizado en las etapas de primaria (Permach & Álvarez, 2020), en secundaria y en la universitaria (Retolaza, 2018; Retolaza & Serrano, 2014), la creación artística y literaria se va reduciendo según se va avanzando en la formación académica.

### **Fase I del proyecto “Álbumes ilustrados para acercarnos a las migraciones”**

Tal y como hemos indicado en la introducción, el proyecto se ha desarrollado en cuatro fases progresivas: la fase I, de preparación e introducción al tema; la fase II, de creación de la propuesta didáctica; la fase III, de aplicación en el contexto real y la fase IV, de evaluación y reflexión.

En la primera fase, que consta de un total de 20 sesiones, el alumnado del Grado, además de tener una primera toma de contacto con el proyecto pedagógico que se les propone desde las dos asignaturas, comienza a trabajar para formarse en las temáticas

y metodologías necesarias para poder desarrollar su proyecto final.

En la asignatura de DCCSS, la fase I consta de tres bloques (Tabla 1):

-Bloque 1: Los temas controvertidos. En una primera sesión de ideas previas el alumnado responde de manera individual a un cuestionario simple, que le plantea conceptos e ideas relacionados con los temas controvertidos. Después, se debate sobre las respuestas de manera grupal, y se completa con la visualización de imágenes de la actualidad sobre distintos temas. También se visualizan vídeos cortos que muestran las diversas razones migratorias, tanto en la actualidad como en el pasado, que permite al alumnado realizar conexiones sobre este fenómeno y su variabilidad durante distintas épocas históricas (Santisteban, 2011). En una segunda sesión expositiva, se habla sobre el tratamiento de temas controvertidos en el aula y se muestran los recursos y herramientas necesarios para poder trabajarlos. A continuación, se efectúa una sesión expositiva con ejercicios prácticos sobre el desarrollo del pensamiento crítico y su aplicación en propuestas didácticas dirigidas a primaria (Zelaieta & Camino, 2018).

-Bloque 2: Las fuentes orales e historias de vida. Se visualiza un programa de televisión llamado “Ur Handitan”, concretamente el capítulo llamado “Migrantes”. Después, se responde a una serie de preguntas dirigidas a la reflexión personal sobre las vivencias de migrantes que viven en el País Vasco. En una siguiente sesión, un grupo de personas perteneciente a la *Asociación Ordizia Kolore* (Gipuzkoa) visita la facultad para reunirse con el alumnado del Grado. Se realiza una sesión llamada “Testimonios” donde cada uno de ellos cuenta su vida, su experiencia como migrante, y también su visión sobre la situación actual de este fenómeno. El alumnado realiza preguntas a los invitados, que permiten que se genere un espacio de reflexión y empatía, pero también de crítica común a la situación que se vive en nuestra sociedad respecto a los migrantes, permitiéndoles acercarse a la complejidad del fenómeno de las migraciones (Aisemberg et al., 2001).

En la siguiente sesión, se trabaja sobre las fuentes orales como recurso educativo, la entrevista como herramienta de investigación, y las historias de vida como fuente de conocimiento (Ariño, 2008). Se prepara al alumnado para realizar la tarea “Historia de vida de un migrante”, la cual tiene como objetivo que cada alumno seleccione una persona de su entorno más cercano que en algún momento de su vida haya vivido un proceso migratorio, le realice una entrevista personal y escriba, de manera resumida, su historia de vida enfocándose en ese proceso.

-Bloque 3: Migraciones y álbumes ilustrados. En relación a las migraciones, se trabajan de manera expositiva cuestiones como estereotipos, discriminación, Derechos Humanos y diversidad. Se incide en la necesidad de tratar las migraciones como tema conflictivo de la actualidad, pero también como elemento para comprender nuestro pasado y para desarrollar nuevas actitudes que den paso a un cambio social en el futuro (Cooper & Chapman, 2009). En una última sesión, y relacionándolo con el trabajo interdisciplinar, se dedica un espacio a la lectura simultánea de cuatro artículos científicos que versan sobre la utilización de los álbumes ilustrados en ciencias sociales, específicamente para tratar temas conflictivos y que generen una reflexión crítica acerca de una realidad social, de Encabo et al. (2012), Lapeña-Gallego y Hidalgo-Rodríguez (2017) y Ruíz-Guerrero y Molina-Puche (2018, 2020).

**Tabla 1**

*Resumen de actividades de la Fase I en la asignatura DCCSS*

Bloque	Nombre de la sesión	Tipo de actividades y tareas	Duración
1: Temas conflictivos	Ideas previas	Cuestionario simple, debate y visualización de vídeos cortos	2 h
	Temas controvertidos	Sesión expositiva	2h
	Pensamiento crítico	Sesión expositiva y práctica	2h
2: Fuentes orales e historias de vida	Programa TV	Visualización de un capítulo llamado “Migrantes”	2h
	Testimonios	Asociación “Ordizia Kolore”	2h
	Fuentes orales e historias de vida	Sesión expositiva	2h
	Historia de vida	Proyecto individual	2 h (+ 4h)
3. Migraciones y álbumes ilustrados	Migraciones y álbumes ilustrados	Sesión expositiva	2 h
	Ejemplos	Lectura de artículos científicos	2 h

En la asignatura de DLL, la primera fase consta de cinco bloques (Tabla 2).

-Bloque 1: Competencia comunicativa oral: leer en voz alta. En la primera sesión se expone la forma en la que los alumnos de EP adquieren la competencia oral y cómo expresan sus conocimientos (Ruiz, 2000a) así como lo que supone la enseñanza de la lengua oral (Ruiz, 2000b) y los beneficios de la lectura en voz alta. También se muestran vídeos cortos de ejemplos del centro escolar de *Londres School21* y del centro de formación de profesorado de *Navarra EIBZ* y se describen varias experiencias reales (Cox, 2020). En una segunda sesión la invitada experta Yolanda Arrieta provee a los alumnos de herramientas corporales y orales a la hora de crear un ambiente idóneo de narración, trabajando con más de 30 álbumes ilustrados como ejemplo.

-Bloque 2: Tertulias dialógicas y tertulias literarias. Se realiza un debate sobre las ventajas e inconvenientes de hacer tertulias dialógicas para conocer las experiencias previas del alumnado durante su periodo académico en EP y en el Grado. A partir de esa puesta en común, se exponen las diferencias entre los dos tipos de tertulias. Tras ello se concreta un tipo de tertulia literaria en el que los alumnos en formación sean coordinadores del debate y fomenten la participación del resto de compañeros, necesario para la construcción intersubjetiva del significado de los textos (Aguilar, 2013).

-Bloque 3: Comunicación literaria. Para que los alumnos entiendan los elementos que participan en la comunicación literaria, y cómo el contexto de la obra literaria influye en la interpretación de la misma, se proponen lecturas de textos cortos –poemas y microcuentos–, unidas a una serie de preguntas abiertas, sin ofrecer datos sobre la autoría, contexto socio-histórico de la creación o, ubicación del texto. Después de entender cómo condiciona tanto el contexto como el imaginario colectivo e

individual a la hora de interpretar un texto, se prosigue con una sesión expositiva sobre los elementos a tener en cuenta en la comunicación e interpretación (Retolaza & Serrano, 2014). El bloque finaliza con una sesión completa a la escritura creativa, donde se ofrecen ideas para formar al futuro profesorado en la creación no sólo de álbumes ilustrados, sino también de microcuentos –siguiendo las variantes de *Exercices de style* de Queneau (1947), de la corriente OULIPO– y con ejercicios como el ya clásico binomio fantástico del libro *Gramática de la fantasía* de Rodari (1983). De esa forma, toman conciencia de la necesidad de un espacio para la creación y de las dificultades que pueden originarse en la misma.

-Bloque 4: Educación literaria. Para conseguir la competencia literaria, el alumnado lee un artículo de Mata (2008), en el que se explica la importancia de los mediadores en los lectores más pequeños y diferentes tipos de actividades a desarrollar en el aula y fuera de ella. Tras la lectura individual del artículo, se evalúa la comprensión de dicho contenido a través de una serie de preguntas tipo test y una tertulia dialógica, recogiendo en esta última las actividades más efectivas aplicables a la labor docente del futuro profesorado. En la siguiente sesión, se trabaja sobre los elementos más importantes a tener en cuenta en la interpretación de microcuentos, utilizando los siguientes trabajos literarios: *Anekdotak* [Anécdotas] de Ruben Ruiz (2008) y *Zer demontre dago aulkien azpian?* [¿Qué demonios se esconde bajo las sillas?] de Harkaitz Cano (2016).

-Bloque 5: Álbumes ilustrados. Para un primer acercamiento al código del álbum ilustrado, se detallan de forma magistral las siguientes características básicas del género, con ejemplos de álbumes traducidos al euskera: relación texto/ilustración y elementos peritextuales, como el tamaño y forma del álbum, portada y contraportada, tipografía y guardas.

Tras explicar el código del álbum, se recuerdan las características típicas de la narratología como la estructura narrativa y las diferentes formas de representar el tiempo de narración frente al tiempo de la ficción: la voz narrativa, la construcción del personaje, la metaficción y la intertextualidad. Toda la parte teórica está abastecida de ejemplos tomados de un muestrario de 40 álbumes traducidos al euskera durante las últimas dos décadas, de distinta temática y estética, según la característica del álbum a reseñar. Posteriormente a la exposición teórica en clase, se evalúa el aprendizaje del alumnado mediante un cuestionario tipo test sobre cuestiones planteadas por Fernández de Gamboa (2018) y Silva-Díaz (2006), en el que se detectan las carencias principales o las dudas a solventar antes de avanzar en el proceso formativo.

Tras un primer acercamiento al código, se realizan las lecturas de distintos álbumes de dos maneras: por un lado, se propone una iniciativa que se alarga durante todo el curso escolar, en el que al inicio de cada sesión de la asignatura de DLL los alumnos leen en voz alta e interpretan, de forma individual o en parejas, distintos álbumes que tratan temas complejos como los siguientes:

- La muerte: *Agur, aitona* (2018) (original en neerlandés: *Dag opa*) de J. Rijken y M. van Gageldonk; *Ez da erraza, Kattagorri* (2017) (original en catalán: *No és fàcil, petit esquiro!*) de E. Ramón y R. Osuna y *Amaren intxaurrak* (2020) de J. Soto y M. Mutuberria (original en euskera: “Las nueces de mi madre”)
- La diversidad entendida como valor diferencial enriquecedor: *Munstro arrosa* (2016) (original en castellano: *El monstruo rosa*) de O. de Dios; *Elmer* (2012)

(original en inglés: *Elmer*) de D. McKee)

- El bullying: *Tontolapiko* (2017) de P. Añorga y J. Mitxelena (original en euskera: “Tonto del bote”).

Para ello se deben aplicar todos los conocimientos previos de los bloques 1, 3 y 4. Por otra parte, se llevan a cabo dos tertulias literarias de dos álbumes silentes de la temática que nos concierne: *Emigrantes* de Shaun Tan (2016) y *Migrantes* de Issa Watanabe (2019). Para ello, los alumnos de Grado los interpretan previamente de forma individual en el aula virtual de la asignatura DLL.

**Tabla 2**

*Resumen de actividades de la Fase I en la asignatura DLL*

Bloque	Nombre de la sesión	Tipo de actividades y tareas	Duración
1: Competencia comunicativa oral: leer en voz alta	Comprensión y expresión oral	Sesión expositiva	2h
	Expresión corporal y oral de narraciones literarias	Formación de Yolanda Arrieta	2h
2: Tertulias dialógicas y tertulias literarias	Ideas previas	Debate sobre tertulias dialógicas	2 h
	Tertulias literarias	Sesión expositiva	2h
3: Comunicación literaria	Ideas previas	Interpretación de textos literarios	2h
	Comunicación literaria	Sesión expositiva	2h
	Creación literaria	Ideas y ejemplos para la creación literaria Creación, interpretación y comparación de microcuentos	2h
4: Educación literaria	Claves para la animación a la lectura	Lectura, test y tertulia literaria de un artículo académico	2 h (+4h)
	Elementos de la educación literaria	Sesión expositiva e interpretación de textos literarios	2 h
5: Álbumes ilustrados	Código del género	Sesión expositiva con 40 álbumes ilustrados Lectura de artículos científicos Test sobre el código del álbum	2 h (+4h)
	Interpretación y narración en voz alta	Narración en voz alta e interpretación del álbum escogido	Curso escolar
	Tertulia literaria	Previa lectura e interpretación de los álbumes <i>Migrantes</i> y <i>Emigrantes</i> en el aula virtual y posterior tertulia literaria	2 h (+2h)

## **Método**

Tras la realización del proyecto completo, el alumnado responde a un cuestionario para la evaluación del proyecto, así como de su propio trabajo y proceso de aprendizaje. Del total del alumnado matriculado, son 45 los que responden al cuestionario. Cada uno de los participantes tiene asignado un código para poder codificar sus respuestas de manera anónima (A01, A02, etc.).

Dicho cuestionario está compuesto por 31 ítems divididos en tres apartados: el primer bloque contiene preguntas sobre la aportación personal al proyecto; el segundo las relativas al trabajo en grupo, y el tercero versa sobre la idoneidad del proyecto. Las respuestas son cerradas con una escala tipo Likert, que oscilan entre 3 y 5 ítems cerrados, exceptuando las preguntas 31 y 32 en las que la respuesta es abierta. De ese cuestionario, se seleccionan un total de doce preguntas: cinco relativas a la dimensión literaria y creativa (nº 6, 7, 7.1, 27, 28), cinco relativas a la dimensión crítica y (auto)reflexiva (nº 10, 16, 25, 26, 29) y dos preguntas relativas a ambas dimensiones (nº 32, 33) (Anexo I).

## **Resultados**

Tras la presentación del propio proyecto y sus fases, como se describe en el O1, se procede a describir los resultados obtenidos en base al O2: mostrar la opinión del alumnado acerca de la idoneidad y utilidad de la formación recibida en esa primera fase y su percepción del aprendizaje. Para ello, se han dividido los resultados en dos bloques: la dimensión literaria y la creativa, y la dimensión crítica y (auto)reflexiva.

### **Dimensión literaria y creativa**

Al preguntarles a los alumnos sobre si entienden la necesidad de trabajar la creación artística en el aula (pregunta 6), todos los sujetos (n=45; %100) responden que sí. No obstante, al plantearles si son capaces de relacionar el código del álbum, tratado en la formación teórica de la asignatura DLL y su aplicación en la parte creativa, creando su propio álbum (pregunta 7), las respuestas son diversas. El %55,6 de los sujetos (n=25) afirma que puede razonar de forma teórica el proceso de creación de su álbum. Un %42,2 (n=19) dice que sólo puede realizarlo en el caso de algunos aspectos, mientras que un alumno (%2,2) afirma no ser capaz de relacionarlos de ningún modo. De entre las dificultades específicas al relacionar los aspectos teóricos y prácticos (pregunta 7.1), un 82,2% (n=37) destaca la complejidad de elegir las palabras o texto adecuado para el álbum. El 80% (n=36) de los alumnos menciona la dificultad de decidir qué tipo de narrador plasmar en su obra, así como aplicar los códigos propios de los álbumes ilustrados (n=36; 80%). Un 77,8% (n=35) del alumnado afirma haber encontrado dificultades en la creación de los personajes, además de un 66,7% (n=30) que afirma haber tenido problemas al relacionar el texto y la imagen. Por último, el 95,6% (n=43) destaca que la dificultad de crear el álbum reside en otras cuestiones. Por lo tanto, se observa que la mayoría del alumnado afirma tener capacidad para

conectar lo aprendido en cuanto al código del álbum, pero, sin embargo, al especificar en qué aspectos han encontrado más dificultades, casi todos los elementos propuestos han sido escogidos como complejos a la hora de crear el álbum, y en porcentajes muy altos.

En relación a la percepción del alumnado sobre la necesidad de recursos específicos para el alumnado de primaria a la hora de trabajar la creatividad (pregunta 27), la mayoría coinciden totalmente con esta afirmación (n=30; 66,7%), frente a quienes dicen que creen que también están suficiente de acuerdo (n=12; 26,7%) y quienes solo coinciden a medias (n=3; 6,7%). Sobre si el proyecto les ha servido para conocer más a fondo el álbum ilustrado, así como para adquirir conocimientos sobre su código (pregunta 28), más de la mitad del alumnado cree totalmente en esa afirmación (n=26; 57,8%), frente al resto que cree que le ha servido de manera suficiente (n=19; 42,2%).

Asimismo, en la pregunta abierta sobre si tienen alguna sugerencia o propuesta para la mejora del proyecto en el futuro (pregunta 32), tres alumnos inciden en la necesidad de trabajar más a fondo la parte de la escritura creativa. Esos 3 comentarios explicitan la falta de formación en las actividades acerca de la escritura literaria del álbum: “Me hubiera gustado saber más de antemano sobre el texto que debíamos escribir en el álbum, nos hemos sentido un poco perdidos en ese ámbito” [A09]; “Me hubiera gustado que se explicara cómo se debe escribir el texto en un álbum ilustrado. No obstante, creo que en general está todo muy bien planteado” [A44]; “Trabajaría más sobre los textos o frases que hay que poner en el álbum ilustrado, ya que hemos tenido grandes dudas en el grupo al poner frases adecuadas” [A31]. En cuanto a las características de los álbumes ilustrados, también se recogen algunos comentarios del alumnado que mencionan carencias en este aspecto: “Trabajaría más a fondo las características y peculiaridades del álbum antes de comenzar con el proyecto. Ya que los detalles, a la par que las características generales, también se deben tener en cuenta a la hora de crear el álbum” [A11].

### **Dimensión crítica y (auto)reflexiva**

En la pregunta sobre si han utilizado los ejemplos y recursos ofrecidos para trabajar el pensamiento crítico en el aula de EP, y para elaborar el apartado de preguntas y actividad de reflexión referidos al álbum creado (pregunta 10), las respuestas son diversas. Un 17,8% (n=8) responde nunca ha utilizado dichas herramientas, y un 44,4% (n=20) afirma que lo ha hecho en escasas ocasiones durante el proceso. Frente a ellos, un 35,6% (n=16) afirma haberlas consultado en algunas ocasiones y una persona (2,2%) dice haberlas utilizado mucho. Por lo tanto, aun formando al alumnado en el diseño de recursos que fomenten la capacidad crítica y ofrecerles recursos como ejemplo, éstos han sido raramente consultados o sólo en ocasiones.

Sin embargo, al preguntarles sobre si han integrado el trabajo previo realizado sobre historias de vidas y migrantes en el álbum ilustrado creado (pregunta 16), un 84,4% (n=38) responde que sí, frente a un 15,6% (n=7) que indica que no. Por lo tanto, estos ejercicios prácticos previos sí han servido a la mayoría de los estudiantes en la elaboración de su propio álbum, frente a la formación más teórica sobre la temática a

tratar. En relación a las migraciones y la percepción acerca del proyecto como herramienta para ampliar su visión sobre ese fenómeno (pregunta 25), el 66,7% (n=30) responde que está totalmente de acuerdo con esa afirmación. El 26,7% (n=12) dice que le ha servido suficiente, frente a un escaso 6,7% (n=3) que piensa que le resulto útil a medias.

En la pregunta 26, se plantea al alumnado si el proyecto pone en valor el trabajo creativo, y sirve para mostrar que se puede ofrecer la perspectiva que se quiera sobre un tema en concreto a través de la ficción, relacionándose así con la perspectiva crítica. Más de la mitad de los sujetos contestan que coinciden completamente con esta idea (n=25; 55,6%) y el resto afirma que también, de manera suficiente (n=20; 44,4%).

En cuanto a si el proyecto ha sido útil para saber cómo tratar y cómo trabajar la reflexión y el pensamiento crítico sobre temas controvertidos (pregunta 29), las respuestas son bastante positivas: el 46,7% (n=21) contesta que cree que sí, totalmente, otro 46,7% (n=21) cree que ha sido suficiente útil, y tan sólo un 6,7% (n=3) afirma que sólo a medias. Sin embargo, algunos mencionan esta tarea como una de las más dificultosas. En la pregunta 32, algunos de los comentarios muestran esta idea: “En un futuro, creo que sería conveniente detallar más cómo plantear las preguntas para la reflexión crítica del tema, ya que ha sido lo que más problemas ha causado en nuestro grupo, muchas veces no sabíamos cómo enfocarlas” [A07]. También afirman desconocer cómo adaptar o diseñar preguntas que promuevan el pensamiento crítico en las distintas etapas de primaria: “Debíamos elaborar preguntas dirigidas al alumnado de 5º de primaria y resultaron ser demasiado complejas para ellos. Desconocíamos el nivel de madurez para poder trabajar un tema como el de las migraciones desde una óptica crítica” [A26].

Más allá de las dimensiones presentadas, cabe destacar que los comentarios recibidos acerca del proyecto en la pregunta 33, han sido todos muy positivos. En algunos de ellos se deduce la idoneidad del aprendizaje adquirido en la formación recibida al comienzo del mismo: “(...) me parece que todo el proceso ha sido excelente, tanto el de la creación del álbum como el del mural” [A13]; “Es un proyecto muy bueno, pero quizás con algo más de tiempo el resultado final hubiera sido mejor, aunque es cierto que de este proyecto se aprende mucho” [A37]; “A parte de ser un proyecto muy interesante, ha sido muy útil para profundizar en los temas que se tratan en la universidad” [A36]; “Ha supuesto mucho trabajo, pero también es cierto que he aprendido mucho” [A11].

## **Conclusiones**

Teniendo en cuenta que este trabajo alude a la fase formativa del proyecto descrito, las conclusiones se refieren al cumplimiento de los objetivos establecidos para esa misma fase, centrándonos en la percepción y opinión del alumnado sobre las sesiones y actividades descritas, y su uso y aplicación en el proyecto a desarrollar.

Según los resultados obtenidos en el apartado de la relación entre la teoría y la práctica del proyecto, algunas respuestas indican una necesidad de trabajar específicamente la escritura creativa en la universidad, aspecto que, aun habiéndolo

llevado a la práctica en la formación previa a la ejecución del álbum, parece no haber sido asimilado por el alumnado suficientemente, quizás por no estar totalmente sistematizado en ninguna etapa de la formación reglada (Alonso, 2001). Aunque realmente las observaciones hayan sido pocas, consideramos que son relevantes para mejorar el proyecto en este sentido.

También se observa cierta incoherencia entre las afirmaciones del alumnado acerca de su dificultad en unir esa teoría con la práctica, y la valoración positiva realizada sobre el contenido tratado en la asignatura DLL. Esto demuestra que, en los proyectos basados en metodologías activas, el alumnado tiene una percepción del aprendizaje sobre las bases teóricas trabajadas muy baja, debido, quizás, a que no se ha evaluado de manera tradicional, principalmente basada en pruebas de memorización. Sin embargo, la aplicación práctica efectuada por los alumnos evidencia que habían interiorizado los conocimientos necesarios, sin detectarse en los álbumes creados por ellos ninguna incongruencia con la teoría ofrecida.

En relación a la metodología, observamos algo similar en cuanto a la formación para trabajar el pensamiento crítico en el aula, puesto que pese a ofrecer recursos variados y herramientas para poder diseñar una propuesta didáctica adecuada, el alumnado es aún reticente a realizar consultas reiterativas sobre estos materiales como elementos de apoyo. Los resultados nos llevan a replantear la necesidad de incidir en el trabajo previo y en la posible utilización de ejemplos que el profesorado ofrece a sus alumnos en contextos reales, ya que trabajar cualquier competencia requiere de una formación específica. Estos aspectos no están aún completamente asimilados en nuestro sistema educativo (Santiago-Rivera, 2016) y, además, hay que tener presente la complejidad que supone trabajar con el alumnado el pensamiento crítico y la reflexión en torno a distintos temas sociales (Zelaeta & Camino, 2018).

Respecto al tratamiento de las migraciones en la fase I del proyecto, la mayoría de alumnos afirma haber desarrollado un cambio de perspectiva acerca de ese fenómeno. Por tanto, observamos que, partiendo de conocimientos previos y aportando después recursos y actividades que ofrezcan otras perspectivas sobre las migraciones y sus protagonistas –como, por ejemplo, los testimonios personales o los recursos audiovisuales–, se puede fomentar un cambio en las ideas preconcebidas del alumnado sobre este y otros temas controvertidos. Además, los ejercicios previos, como la entrevista a una persona que ha vivido un proceso de migración, y la narración de su historia de vida, les ha servido como ejemplo e inspiración al ofrecer puntos de vista mucho más diversos sobre este fenómeno.

Finalmente, el hecho de que todos los alumnos consideren que el trabajo creativo les ha facilitado ofrecer distintos enfoques respecto a las migraciones refuerza, una vez más, la idea de que los álbumes ilustrados son efectivos para trabajar el pensamiento crítico y los temas controvertidos (Colomer, 2012; Gómez & Gonzalo, 2020; Lapeña-Gallego & Hidalgo-Rodríguez, 2017; Ruíz-Guerrero & Molina-Puche, 2020; Vara, 2016) y que el trabajo creativo es una herramienta importante para poder proyectar esas perspectivas a través de la ficción (Encabo et al., 2012)

### **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**

Introducción: A. S-M.- U. L.; Temas conflictivos para trabajar las migraciones: U. L.; Álbumes ilustrados y educación literaria: A. S-M.; Fase I del proyecto “Álbumes ilustrados para acercarnos a las migraciones”: A. S-M.- U. L.; Método: A. S-M.; Resultados: A. S-M.-U. L.; Conclusiones: A. S-M.- U. L.

### **Referencias**

- Aguilar, C. (2013). La tertulia literaria dialógica de LIJ en la formación inicial de maestros y maestras. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 77, 93-102.
- Aisemberg, B., Carnovale, V. y Larramendy, A. I. (2001). *Una experiencia de historia oral en el aula: las migraciones internas en la Argentina a partir de 1930. Aportes para el desarrollo curricular: Sociales y escuela*. Gobierno de la Ciudad Autónoma de Buenos Aires. Secretaría de Educación.
- Alonso, F. (2001). Escritura creativa. *Revista Tarbiya*, 28, 51-64.
- Ariño Altuna, M. E. (2008). Historias de vida e historia oral. En C. Guinot Viciano (Coord.), *Métodos, técnicas y documentos utilizados en Trabajo Social* (pp. 39-44). Universidad de Deusto.
- Arizpe, E. (2017). El drama humano en el libro-álbum. *Peonza. Revista de Literatura Infantil y Juvenil*, 120, 25-35.
- Barton, K. C. y Levstik, L. S. (2004). *Teaching History for the Common Good*. Lawrence Erlbaum Associates.
- Colomer, T. (2012). La literatura que acoge: un proyecto de investigación en las aulas. En T. Colomer y M. Fittipaldi (Coords.), *La literatura que acoge: Inmigración y lectura de álbumes* (pp. 7-25). Banco del libro/Gretel/FSM.
- Cooper, H. y Chapman, A. (Eds.). (2009). *Constructing History, 11-19*. Sage.
- Cotton, P. y Daly, N. (2015). Visualising Cultures: The “European Picture Book Collection” Moves “Down Under”. *Children’s Literature in Education*, 46, 88-106. <https://doi.org/10.1007/s10583-014-9228-9>
- Cox, M. (2020). *La magia de leer en voz alta. Los beneficios intelectuales y emocionales de la narrativa oral en niños y adultos*. Urano.
- Cuesta, R. (2009). Memoria, Historia y didáctica crítica. *Cuadernos México (Consejería de Educación de la Embajada de España en México)*, 1, 9-17.
- Díez Gutiérrez, E. J. y Carbonell i Sebarroja, J. (2022). *Pedagogía antifascista. Construir una pedagogía inclusiva, democrática y del bien común frente al auge del fascismo y la xenofobia*. Octaedro.
- Driggs, C. y Sipe, L. (2007). A Unique Visual and Literary Art Form: Recent Research on Picturebooks. *Language Arts*, 84(3), 273-280.
- Encabo Fernández, E., López Valero, A. y Jerez Martínez, I. (2012). Un estudio sobre el

- uso de álbumes ilustrados en Educación Primaria para la mejora de la competencia intercultural. Una perspectiva europea. *Revista de Educación*, 358, 406-425. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2011-358-084>
- Feliu, M. y Hernández Cardona, X. (2011). *12 ideas clave. Enseñar y aprender historia*. Graó.
- Galarraga, H. (2018). *Literaturaren ikas-irakaskuntzan aurrera egiteko álbum ilustratuek eta ikasgelako elkarrekintzek eskaintzen dituzten aukerak* [Las posibilidades que ofrecen los álbumes ilustrados y la interacción de la clase para avanzar en la enseñanza y aprendizaje de la literatura] [Tesis doctoral, Universidad de Mondragón]. Repositorio institucional de la Universidad de Mondragón. [http://ebiltegia.mondragon.edu/xmlui/bitstream/handle/20.500.11984/1577/Haizea\\_Galarraga\\_Tesia.pdf?sequence=1&isAllowed=y](http://ebiltegia.mondragon.edu/xmlui/bitstream/handle/20.500.11984/1577/Haizea_Galarraga_Tesia.pdf?sequence=1&isAllowed=y)
- Gómez, P. y Gonzalo, P. (2020). Álbum ilustrado, comprensión lectora y aprendizaje/servicio: una propuesta didáctica. En A. Díez y R. Gutierrez (Coords.), *Lectura y dificultades lectoras en el siglo XXI* (pp. 256-265). Octaedro.
- Gómez Carrasco, C. J., Ortuño Molina, J. y Miralles Martínez, P. (2018). *Enseñar Ciencias Sociales con métodos activos de aprendizaje. Reflexiones y propuestas a través de la indagación*. Octaedro.
- Johnston, I., y Bainbridge, J. (Eds.). (2013). *Reading Diversity through Canadian Picture Books: Preservice Teachers Explore Issues of Identity, Ideology, and Pedagogy*. University of Toronto Press.
- Lapeña-Gallego, G. y Hidalgo-Rodríguez, M. C. (2017). El tratamiento de la memoria histórica en el álbum ilustrado Rosa Blanca. *Ocnos*, 16(1), 62-78. <http://dx.doi.org/10.18239/ocnos.2017.16.1.1175>
- León, G. (2010). La formación interdisciplinaria de los profesores: una necesidad del proceso de enseñanza y aprendizaje de las ciencias. *Ensayos Pedagógicos*, 5(1), 119-130. <https://doi.org/10.15359/rep.5-1.5>
- López-Facal, R. (2013). Argumentación y competencias en la enseñanza de las ciencias sociales. *Iber. Didáctica de las ciencias sociales, geografía e historia*, 74, 43-51.
- López-Facal, R. y Santidrián V.M. (2011). Los “conflictos sociales candentes” en el aula. *Iber. Didáctica de las Ciencias Sociales, Geografía e Historia*, 69, 8-20.
- Marín, R. A. (2009). *Manual de Didáctica de la Lengua y la Literatura*. Síntesis.
- Mata, J. (2009). *10 ideas clave. Animación a la lectura. Hacer de la lectura una práctica feliz, trascendente y deseable*. Graó.
- Moreno, V. (2008). Literatura para ser leída, imitada y transformada. En C. Lomas, (Coord.), *Textos literarios y contextos escolares. La escuela en la literatura y la literatura en la escuela* (pp. 179-208). Graó.
- Nikolajeva, M. (2003). Verbal and Visual Literacy: The Role of Picturebooks in the Reading Experience of Young Children. En N. Hall, J. Larson, y J. Marsh (Eds.) *Handbook of Early Childhood Literacy*. SAGE Publications Ltd.
- O’Neil, K. (2010). Once Upon Today: Teaching for Social Justice with Postmodern Picturebooks. *Children’s Literature in Education*, 41, 40-51. <https://doi.org/10.1007/s10583-009-9097-9>

- O'Neil, K. (2011). Reading Pictures. Developing Visual Literacy for Greater Comprehension. *The Reading Teacher*, 65(3), 214-223. <https://doi.org/10.1002/TRTR.01026>
- Paul, R. y Elder, L. (2003). *La mini-guía para el Pensamiento crítico. Conceptos y herramientas*. Fundación para el Pensamiento Crítico. Extraído de: <https://www.criticalthinking.org/resources/PDF/SP-ConceptsandTools.pdf>
- Permach, N. y Álvarez, A. (2020). La lectura literaria en la etapa de Primaria. En A. Díez, y R. Gutiérrez (Coords.). *Lecturas y dificultades lectoras en el siglo XXI* (pp. 801-811). Octaedro.
- Rayón, L., de las Heras, A. y Muñoz Martínez, Y. (2011). La creación y gestión del conocimiento en la enseñanza superior: la autonomía, autorregulación y cooperación en el aprendizaje. *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, 2(4), 103-122. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2011.4.39>
- Retolaza, I. (18 de octubre de 2018). *Euskal kulturaren transmisioaren etena hain sakona izan da, hezkuntzan ere transmisio lan hori egingo duenak ez duela horretarako gaitasunik. Eta ez da baliabiderik jarri, ez da kontzientziarik egon* [La interrupción de la transmisión de la cultura vasca ha sido tan profunda que quien realice dicho trabajo de transmisión en educación tampoco tiene capacidad para ello. Y no se han puesto recursos, ni ha habido una concienciación]. *HikHasi*, 231, 16-23. [http://www.hikhasi.eus/Albistegia/20181016/Iratxe\\_Retolaza:\\_Euskal\\_kulturaren\\_transmisioaren\\_etena\\_hain\\_sakona\\_izan\\_da\\_hezkuntzan\\_ere\\_transmisio\\_lan\\_hori\\_egingo\\_duenak\\_etz\\_duela\\_horretarako\\_gaitasunik.Eta\\_ez\\_da\\_baliabiderik\\_jarri\\_ez\\_da\\_kontzientziarik\\_egon](http://www.hikhasi.eus/Albistegia/20181016/Iratxe_Retolaza:_Euskal_kulturaren_transmisioaren_etena_hain_sakona_izan_da_hezkuntzan_ere_transmisio_lan_hori_egingo_duenak_etz_duela_horretarako_gaitasunik.Eta_ez_da_baliabiderik_jarri_ez_da_kontzientziarik_egon)
- Retolaza, I. y Serrano, A. (2014). Zer garrantzia du heziketa literarioak eta zeintzuk dira horren gakoak? [*¿Qué importancia tiene la educación literaria y cuáles son sus claves?*]. *Hik Hasi*, 185, 36-38.
- Ricardo, C. y Balça, A. (2021). Educación para la ciudadanía: recorridos por la literatura infantil. *Investigaciones Sobre Lectura*, 16, 95-114. <https://doi.org/10.24310/isl.vi16.13486>
- Ruiz, U. (2000a). La comprensión y la expresión orales. En U. Ruiz (Coord.), *Didáctica de la segunda lengua en educación infantil y primaria* (pp. 187-216). Síntesis.
- Ruiz, U. (2000b). Enseñar la lengua oral. En U. Ruiz (Coord.), *Didáctica de la segunda lengua en educación infantil y primaria* (pp. 187-216). Síntesis.
- Ruiz Guerrero, L. y Molina-Puche, S. (2018). Álbumes ilustrados y desarrollo de ciudadanía democrática. Una propuesta para Educación Primaria a partir de un caso paradigmático: "Eric", de Shaun Tan. *Contextos educativos*, 22, 63-78. <http://doi.org/10.18172/con.3084>
- Ruiz Guerrero, L. y Molina-Puche, S. (2020). Redimensionar simbólicamente el Holocausto: álbumes ilustrados para su abordaje en Educación Primaria. *CLIO. History and History teaching*, 46, 110-121. [https://doi.org/10.26754/ojs\\_clio/clio.2020465279](https://doi.org/10.26754/ojs_clio/clio.2020465279)
- Ruiz Guerrero, L. y Molina-Puche, S. (2021). El álbum como promotor del pensamiento crítico en Educación Primaria: una herramienta para su análisis. *Investigaciones*

- Sobre Lectura*, 16, 51-74. <https://doi.org/10.24310/isl.vi16.12897>
- Santiago-Rivera, J. A. (2016). La acción didáctica de las ciencias sociales y el desarrollo del pensamiento crítico. *Educación y Humanismo*, 18(31), 241-256.
- Santisteban, A. (2011). Las finalidades en la enseñanza de las ciencias sociales. En A. Santisteban y J. Pagès (Coords.), *Didáctica del Conocimiento del Medio Social y Cultural en Educación Primaria* (pp. 63-104). Síntesis.
- Santisteban, A. (2019). La enseñanza de las Ciencias Sociales a partir de problemas sociales o temas controvertidos: estado de la cuestión y resultados de una investigación. *El Futuro del Pasado*, 10, 57-79. <https://doi.org/10.14516/fdp.2019.010.001.002>
- Sardi, V. (2013) Estéticas para la infancia: El libro álbum como género de ruptura. *Boletín de arte*, 13,67-71.
- Serrano, A. (8 de abril de 2020). Kulturak eguneroko bizimodu azkarrean arnasa hartzeko aukera eskaintzen du, ez da denbora galtze bat [La cultura ofrece un respiro ante la cotidianeidad acelerada, no es una pérdida de tiempo]. *HaziHezi* 32, 22-26.
- Silva-Díaz, C. (2006). La función de la imagen en el álbum. *Peonza. Revista de Literatura Infantil y Juvenil*, 75-76, 23-33.
- Valero-Matas, J. A., Coca, J. R., y Valero-Oteo, I. (2014). Análisis de la inmigración en España y la crisis económica. *Papeles de población*, 20(80), 9-45
- Vara, A. (2016). El tradicional tópico de la muerte en el aula de educación infantil: análisis de álbumes ilustrados. *Alabe Revista De Investigación Sobre Lectura Y Escritura*, 14. <https://doi.org/10.15645/Alabe2016.14.8>
- Zelaieta Anta, E. y Camino Ortiz de Barrón, I. (2018). El desarrollo del pensamiento crítico en la formación inicial del profesorado. Análisis de una estrategia pedagógica desde la visión del alumnado. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 22(1), 197-214.

## **Anexo I. Preguntas del cuestionario sobre la fase formativa del proyecto (Fase I)**

### **Preguntas relacionadas con la dimensión literaria y creativa**

Pregunta 6: Con este proyecto me he dado cuenta que la creación artística se debe trabajar en el aula

No=0; Sí=1; No lo tengo del todo claro=2

Pregunta 7: En este trabajo de creación, me siento capaz de relacionar la parte teórica del código del álbum ilustrado con la parte práctica

No=0; Sí=1; Sólo en algunos aspectos=2

Pregunta 7.1: Si en la pregunta anterior has respondido "Solo en algunos aspectos", señala en cuál.

Personajes=0; código del álbum=1; narrador=2; palabras=3; relación palabras-imágenes=4; otros=5

Pregunta 27: El proyecto me ha servido para darme cuenta de la necesidad de recursos específicos al alumnado de primaria a la hora de trabajar la creatividad

No=0; A medias=1; Suficiente=2; Totalmente=3

Pregunta 28: El proyecto me ha servido para conocer más a fondo el álbum ilustrado, así como para adquirir conocimientos sobre su código.

No=0; A medias=1; Suficiente=2; Totalmente=3

### **Preguntas relacionadas con la dimensión crítica y (auto)reflexiva**

Pregunta 10: A la hora de preparar las preguntas de reflexión, he hecho uso de los materiales que se me han ofrecido (artículos sobre los álbumes ilustrados, ejemplos de álbumes llevados a cabo, parte teórica, etc.).

No=0; pocas veces=1; varias veces=2; muchas veces=3

Pregunta 16: Las investigaciones sobre los migrantes y las historias de vida tienen relación con el álbum que hemos creado

No=0; sí=1

Pregunta 25: Este proyecto me ha servido para ampliar mi visión/mirada sobre las migraciones

No=0; a medias=1; suficiente=2; totalmente=3

Pregunta 26: Este proyecto pone en valor el trabajo creativo, y sirve para mostrar que se puede ofrecer la perspectiva que se quiera sobre un tema en concreto a través de la ficción

No=0; a medias=1; suficiente=2; totalmente=3

Pregunta 29: Este proyecto ha sido útil para saber cómo tratar y cómo trabajar la reflexión y el pensamiento crítico sobre temas conflictivos

No=0; a medias=1; suficiente=2; totalmente=3

### **Preguntas relacionadas con ambas dimensiones**

Pregunta 32: Expón cualquier sugerencia o propuesta que tuvieras para mejorar el proyecto.

Pregunta 33: ¿Añadirías alguna otra observación u opinión al respecto (sobre el proyecto, trabajo individual o grupal, etc.)?

# Representaciones del profesorado en formación de Ciencias Sociales sobre su capacitación docente para enseñar el cambio climático

Álvaro-Francisco MOROTE SEGUIDO  
Rafael SEBASTIÁ ALCARAZ  
Emilia María TONDA MONLLOR

## Datos de contacto:

Álvaro-Francisco Morote Seguido  
Universidad de Valencia  
[alvaro.morote@uv.es](mailto:alvaro.morote@uv.es)

Rafael Sebastián Alcaraz  
Universidad de Alicante  
[rafael.sebastia@ua.es](mailto:rafael.sebastia@ua.es)

Emilia María Tonda Monllor  
Universidad de Alicante  
[Emilia.tonda@ua.es](mailto:Emilia.tonda@ua.es)

Recibido: 26/07/2022  
Aceptado: 14/11/2022

## **RESUMEN**

Los objetivos de esta investigación, para el caso de estudio del profesorado en formación de Educación Primaria y Secundaria (universidades de Alicante y Valencia, España), son analizar la formación recibida sobre el cambio climático durante su etapa universitaria; comprobar su capacitación para enseñar este fenómeno en las aulas escolares; y analizar las propuestas de mejora de su formación como docentes. Metodológicamente, se ha distribuido un cuestionario de 22 ítems al profesorado en formación (n=824) entre los cursos 2018-2019 y 2021-2022. Los principales resultados indican que más de la mitad de los/as participantes no ha recibido formación sobre este fenómeno durante el Grado (54,9%) y Máster (55,8%), y que su capacitación corresponde a un valor medio ("3"). Asimismo, se ha comprobado que la formación docente influye en la capacitación para enseñar estos contenidos. Respecto a las propuestas de mejora, estas se dirigen principalmente a la demanda de más recursos didácticos. Como conclusión, se plantea la necesidad de seguir avanzando en la formación del futuro profesorado y que se tomen en cuenta sus necesidades y/o centros de interés que giran alrededor de los recursos didácticos, experiencias formativas y formación continua.

**PALABRAS CLAVE:** formación inicial; profesorado; cambio climático; Ciencias Sociales.

## ***Representations of Social Sciences teachers in training about their capacitation to teach climate change***

### **ABSTRACT**

The objectives of this research, for the case study of teachers in training for Primary and Secondary Education (universities of Alicante and Valencia, Spain), are to analyze the training received on climate change during their university stage; check their training to teach this phenomenon in school classrooms; and analyze proposals to improve their training as teachers. Methodologically, a 22 item questionnaire was distributed to teachers in training (n=824) between the 2018-2019 and 2021-2022 academic years. The main results indicate that more than half of the participants have not received training on climate change during their Degree (54.9%) and Master (55.8%), and that their training corresponds to an average value ("3"). Likewise, it has been proven that teacher training influences the training to teach these contents. Regarding the proposals for improvement, these are mainly aimed at demanding more teaching resources. In conclusion, there is a need to continue advancing in the training of future teachers and to take into account their needs or centers of interest that revolve around teaching resources, training experiences and continuing education.

**KEYWORDS:** initial training; teachers; climate change; Social Sciences

### **Introducción**

La enseñanza del tiempo atmosférico y el clima es un contenido de interés permanente para los docentes e investigadores en el ámbito educativo por su funcionalidad y utilidad social (Rudd, 2021; Sebastián & Tonda, 2018; Tonda & Sebastián, 2017). Esta temática se ha tratado desde múltiples perspectivas lo que evidencia su naturaleza inter-transdisciplinar y complejidad para enseñar en el aula (Olcina, 2017). La investigación didáctica sobre el clima se ha practicado principalmente desde las Ciencias Naturales y/o Experimentales, así como desde la Didáctica de la Geografía (Morote, 2021). Las razones que justifican esta amplitud son múltiples. Entre ellas, cabe citar los avances en los instrumentos de registro y/o medida en los observatorios meteorológicos, o en los registros con globos y aviones, y posteriormente desde los satélites (Cruz, 2006). Asimismo, el desarrollo de la informática ha permitido manipular gran cantidad de datos creando modelos de interpretación, predicción, cartográficos, etc. (Gil & Olcina, 2017). A este interés, cabe destacar el fenómeno del cambio climático, uno de los principales desafíos a los que se enfrenta la humanidad (Intergovernmental Panel on Climate Change [IPCC], 2022).

La investigación e innovación se dirige hacia los instrumentos de registro de los fenómenos atmosféricos y a su cuantificación. Por esta razón desde un modelo de

enseñanza activa, el recurrir a los observatorios meteorológicos y al entorno próximo resulta muy útil. Estas innovaciones tecnológicas también han repercutido en otra cuestión que preocupa a los especialistas y al profesorado sobre el dominio conceptual (Sánchez-Ogallar, 2000).

Desde la didáctica también se asiste a múltiples cambios igualmente de naturaleza muy variada. La preocupación por el diseño curricular y el cambio climático está presente en la investigación de Martínez-Fernández y Olcina (2019) quienes analizan y valoran los contenidos curriculares que se imparten en la educación obligatoria. La nueva Ley Orgánica de Educación (LOMLOE) de 2020 y el desarrollo de su normativa (2022) abre la vía a una actualización de esta revisión sobre el diseño curricular y el cambio climático. Por otro lado, la enseñanza se desarrolla en diferentes modalidades, pues cabe distinguir entre enseñanza formal (sistema educativo), no formal (cursos fuera del sistema), e informal (medios de comunicación, entre otros). Todos estos matices curriculares igualmente están asociados a la representación cognitiva sobre los mismos.

La transformación de los contenidos científicos en saberes enseñados es otra línea de investigación que se ha llevado a cabo (ver Sánchez-Ogallar, 2000) y que requiere no sólo un desarrollo conceptual sino también procedimental (Valbuena & Valverde, 2006). Diferentes trabajos han recogido las metodologías activas, problematizadas, basadas en el entorno, metodologías constructivistas, cooperativas, etc. (Domènech-Casal, 2014; Lopera & Charro, 2016). En estos cambios, la ciencia de referencia toma en consideración elementos como las ideas previas del alumnado, tanto escolar como universitario, quienes investigan los conceptos previos de los/as estudiantes (Bello et al., 2021; Campo et al., 2021; Feliu et al., 2021; López-Quirós & Guilarte, 2021; Morote & Morote, 2021; Morote & Hernández, 2022), mientras que otras investigaciones se han dedicado al análisis del cambio climático en los libros de texto (Morote & Olcina, 2020; Navarro et al., 2020; Serantes, 2015).

En el ámbito internacional se han publicado en los últimos años numerosos trabajos sobre la enseñanza de este fenómeno (Arauz et al., 2020; Canaza et al., 2021; Eilam, 2022; Rudd, 2021; Sezen-Barrie, A. & Marbach-Ad, 2021; Zhong et al., 2021). La cuestión de las ideas previas también está presente en el estudio de Crayne (2015) quien ha trabajado sobre la influencia de las representaciones de este fenómeno en la enseñanza de las Ciencias en Oregón (EEUU). Otra línea de investigación son las nuevas posibilidades que ofrecen los avances tecnológicos para la enseñanza geográfica (Ramón, 2017) y de forma específica para el calentamiento global (Abuchar et al., 2019).

En las líneas previas se ha expuesto brevemente la complejidad de la enseñanza del cambio climático. Esta exposición viene a demostrar las dificultades que entraña para un docente explicar este fenómeno y cómo le conduce a cuestionarse si está preparado para enseñar este tema en las aulas. Los objetivos de esta investigación, para el caso de estudio del profesorado en formación de Educación Primaria y Secundaria (universidades de Alicante y Valencia, España), son: 1) analizar si han recibido

formación sobre el cambio climático durante su etapa universitaria; 2) comprobar si están capacitados/as para enseñar este fenómeno; y 3) analizar las propuestas de mejora para su formación como docentes.

Con ello, además de comprobar el grado de capacitación y su relación con la formación recibida, se examinará si existen diferencias en función de la formación disciplinar (Grado de Educación Primaria y Máster de Educación Secundaria). Respecto a las hipótesis de partida, en primer lugar cabría destacar que la mayoría del futuro profesorado sí que habría recibido formación sobre el cambio climático pero, sin embargo, no se sentiría suficientemente capacitado para llevarlo a la práctica en las aulas escolares. Entre los motivos cabría citar los escasos recursos para enseñar estos contenidos, al igual que la información rigurosa, veraz y actualizada sobre el tema. Y en relación con las propuestas para mejorar estas deficiencias formativas, los/as participantes propondrían, principalmente, cursos y/o asignaturas específicas insertos en el grado, charlas y/o seminarios por expertos en la temática, y ejemplos prácticos y reales de cómo enseñar el cambio climático en la etapa escolar. Ello pondría de manifiesto que este tema se enseña de forma muy concreta en la etapa universitaria (según la formación del profesorado y los contenidos curriculares de la asignatura) y la escasa formación docente del profesorado universitario para explicar estos contenidos en clase.

## **Método**

### **Diseño de la investigación**

Esta investigación se caracteriza por presentar un enfoque socio-crítico (Fien, 1992; Evans et al., 1996; Legardez, 2006) y por ser un estudio explicativo y correlacional de tipo mixto (no experimental) (Moreno-Vera et al., 2021). En cuanto a los datos, estos han sido recopilados entre los cursos 2018-2019 y 2021-2022 y a modo de estudio de caso (Alaminos & Castejón, 2006) (Grado de Maestro/a en Educación Primaria y Máster de Profesorado de Educación Secundaria -especialidad de Geografía e Historia-) de las universidades de Alicante y Valencia (España).

### **Contexto y participantes**

La selección de los/as estudiantes se ha llevado a cabo mediante un muestreo no probabilístico (muestreo disponible o de conveniencia) entre los cursos ya mencionados (2018-2019 y 2021-2022). Para esta investigación se ha agrupado la muestra de estudiantes de las dos universidades para ser analizados de forma conjunta al no haber diferencias significativas entre el tipo de alumnado. Estos estudiantes son discentes que cursan asignaturas vinculadas con la Didáctica de las Ciencias Sociales y/o Geografía (ver Tabla 1).

**Tabla 1**

*Descripción de la muestra por estudio, edad y género*

<b>Grado en Maestro/a en Educación Primaria</b>					
Asignatura	Matriculados/as	Participantes	Edad media	Género	
				Hombre	Mujer
- "Didáctica de las Ciencias Sociales. Aspectos aplicados", 4º curso (UV)	n= 676	n= 564	21,5 años	n= 131 (23,8%)	n= 433 (76,9%)
- "Didáctica de las Ciencias Sociales: Geografía", 2º curso (UA)					
<b>Máster de Formación del Profesorado (especialidad de Geografía e Historia)</b>					
Asignatura	Matriculados/as	Participantes	Edad media	Género	
				Hombre	Mujer
- "Aprendizaje y Enseñanza de la Geografía e Historia" (UV)	n= 287	n= 260	26,5 años	n= 157 (60,4%)	n= 103 (39,6%)
- "Prácticum I y II" (especialidad Geografía e Historia; UA)					
<b>Total</b>	<b>963</b>	<b>824</b>	<b>23,1</b>	<b>n=288 (34,9%)</b>	<b>n=536 (65,0%)</b>

*Nota.* Elaboración propia.

Para calcular la representatividad de la muestra se han agrupado los 2 grupos (Grado en Maestro/a en Educación Primaria y Máster de Profesorado de Educación Secundaria; un total de 963 estudiantes matriculados/as). Para ello se ha tenido un nivel de confianza del 99% y un margen de error del 5%. Para que el número mínimo de participantes fuese representativo, se debería alcanzar al menos 394 participantes. Finalmente, el total de alumnos/as que completó el cuestionario ha ascendido a 824, desagregándose la muestra en: el 68,4% (n= 564) procedentes del Grado en Maestro/a en Educación Primaria; y el 31,6% (n= 260) del Máster de Profesorado en Educación Secundaria. Para el caso de los/as estudiantes del Postgrado, estos tienen una formación disciplinar diversa: Historia (62,3%; n=162), Historia del Arte (27,3%; n=71), Geografía (4,6%; n=12), y Otros (Humanidades, Turismo, Periodismo, Publicidad, etc.) (5,8%; n=15).

En cuanto a la edad, la media del conjunto de la muestra asciende 23,1 años. La mayoría de los/as participantes son de género femenino (el 65,0%; n= 536), que es predominante en el Grado en Maestro en Educación Primaria (76,9%; n= 433). Sin embargo, en el Máster predominan los hombres 60,4% (n=157) (ver Tabla 1). Esta distribución guarda relación con las cifras oficiales que ofrece el Ministerio de

Educación y Formación Profesional (2021) sobre la distribución por género del profesorado de magisterio en ejercicio que, en el caso de las mujeres, es de 82,3%, pero no con el de los hombres que en la enseñanza secundaria corresponde al 38,3%.

### Instrumento de investigación

Para el proceso de recogida de datos se distribuyó un cuestionario de tipo mixto (cuantitativo y cualitativo) de 22 ítems adaptado a partir de investigaciones previas (Morote & Moreno, 2021; Morote et al., 2021). Los ítems analizados en la presente investigación tienen que ver con la formación, capacitación y propuestas para mejorar la formación del profesorado de Educación Primaria y Secundaria en las cuestiones sobre el cambio climático (ver Tabla 2). El cuestionario consta de cinco apartados: 1) características socio-educativas; 2) formación sobre el cambio climático durante la etapa escolar; 3) la importancia de los medios de información; 4) la percepción del cambio climático del futuro profesorado; y 5) la formación docente sobre el cambio climático. En el presente trabajo se han analizado los ítems 15, 16, 17, 18 y 21 (apartado nº5). Asimismo, cabe destacar que las preguntas son tanto de respuesta abierta como cerrada (ver Tabla 2).

**Tabla 2**

*Ítems del cuestionario analizados del apartado 5 “La formación docente sobre el cambio climático”*

Ítem (nº)	Tipo de respuesta
-Ítem 15. <b>¿Estás capacitado como futuro/a profesor/a para poder enseñar estos contenidos? Puntúa del 1 al 5 siendo 5 la mayor capacitación.</b>	-Ítem 15. Respuesta escala Likert (1-5).
-Ítem 16. <b>¿Podrías explicar el motivo de tu respuesta anterior?</b>	-Ítem 16. Respuesta abierta.
-Ítem 17 <b>¿Has recibido previamente alguna formación sobre estos contenidos en la Universidad? (en el Grado).</b>	-Ítem 17. Respuesta cerrada: Sí/ No/ No lo recuerdo.
-Ítem 18 <b>¿Has recibido previamente alguna formación sobre estos contenidos en la Universidad? (en el Máster; pregunta sólo para el alumnado del postgrado)</b>	-Ítem 18. Respuesta cerrada: Sí/ No/ No lo recuerdo.
-Ítem 21. <b>¿Qué propondrías para mejorar tu formación sobre estos contenidos?</b>	-Ítem 21. Respuesta abierta.

*Nota.* Elaboración propia.

Para evaluar la validez de constructo, se realizó en primer lugar un análisis estadístico de las variables ordinales. De estas variables, se comprobó que se cumplía una desviación estándar (SD) aceptable entre  $0 < 1$ . Una vez hecha la comprobación, se sometió el constructo a la prueba de validez de Kaiser-Meyer-Olkin (KMO) que indica si es aceptable o no el análisis factorial del instrumento. La prueba KMO dio como resultado positivo 0,536 que, a juicio de otras investigaciones de fiabilidad factorial se considera de nivel aceptable (Pérez-Gil et al., 2000). Además, al tratarse de un cuestionario mixto (cuantitativo y cualitativo), se ha realizado la prueba de Chi-cuadrado de Friedman ( $X^2$  de Friedman), la cual ofrece un valor de  $p = 0,001 (< 0,05)$ , lo que indica que no existe discrepancia entre variables, por lo que se trataría de variables dependientes una de otras (Satorra & Bentler, 2010; Sharpe, 2015). Esto, otorga un positivo valor de fiabilidad a la investigación, tal y como sucede en otros estudios de Didáctica de las Ciencias Sociales (Moreno-Vera & Alvén, 2020).

## **Procedimiento**

Respecto al procedimiento de la investigación, el cuestionario se administró en una sesión intermedia y con un tiempo de respuesta de 20 minutos durante el primer cuatrimestre. Cabe indicar que todo este procedimiento se llevó a cabo preservando el anonimato, elaborando un listado por número de alumnado y garantizando por escrito el tratamiento confidencial de la información. Asimismo, para la presente investigación se han seleccionado algunos de los criterios éticos implementados en el proceso de recolección de datos (Hirsch & Navia, 2018): valor social; valor científico equipo investigador cualificado; metodología correcta del proyecto con la finalidad de asegurar la precisión del conocimiento científico presentado (Opazo, 2011) que incluye la selección imparcial de la población en el estudio; proteger derechos y garantías de los participantes en la investigación; beneficio/riesgo favorable al sujeto de investigación; protección de la confidencialidad; libertad del sujeto para decidir participar; cumplir la normativa vigente; y proteger los derechos de propiedad intelectual del trabajo.

## **Análisis de datos**

Respecto al procedimiento de análisis de datos, se ha utilizado el programa SPSS v. 28 y se ha procedido a la realización e interpretación de un análisis estadístico-descriptivo de frecuencias y porcentajes. Asimismo, para el análisis de las pruebas no paramétricas se ha realizado: 1) la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ) a la hora de relacionar variables nominales (Ítem 16, 17, 18, 21); 2) la prueba U de Mann-Whitney cuando ha sido necesario relacionar variables ordinales (Ítem 15) con la formación disciplinar del alumnado (Grado/Máster) (2 muestras independientes); y 3) la prueba H de Kruskal-Wallis cuando ha sido necesario relacionar variables nominales (Ítem 16, 17, 18) de más de 2 muestras independientes con variables ordinales (Ítem 15). Respecto a las respuestas abiertas del Ítem 16 e Ítem 21, éstas se han codificado según se puede observar en las Tablas 3 y 4.

**Tabla 3**

*Codificación de las respuestas de los/as participantes sobre los motivos de su capacitación para enseñar el cambio climático (Ítem 16)*

<b>Cod.</b>	<b>Tipo de respuestas</b>
0	No estoy capacitado
1	No he recibido formación
2	Necesito más información/ formación
3	Sí tengo formación
4	Es algo sencillo
5	Ns/Nc

*Nota.* Elaboración propia.

**Tabla 4**

*Codificación de las respuestas de los/as participantes sobre las propuestas para mejorar la formación docente sobre el cambio climático (Ítem 21)*

<b>Cod.</b>	<b>Tipo de respuestas</b>
1	Experiencias reales
2	Más información & recursos
3	Charlas y simulacros por expertos
4	Asignaturas / cursos específicos
5	Videos /documentales
6	Salidas de campo
7	Ns/Nc

*Nota.* Elaboración propia.

## **Resultados**

### **Formación universitaria en cambio climático**

La primera cuestión analizada ha sido comprobar si el futuro profesorado ha recibido durante su etapa universitaria (durante el Grado) formación respecto al cambio climático (Ítem 17). Según se puede observar en la Tabla 5, más de la mitad de los/as participantes ha afirmado que no ha recibido dicha formación (el 54,9%; n= 452). Más de la mitad del alumnado tanto del Grado (53,0%) como del Máster (58,8%) viene a coincidir en que no han recibido una formación específica sobre este fenómeno. Para comprobar si existe asociación estadísticamente significativa entre la formación universitaria (Grado/Máster), se ha realizado la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Esta prueba muestra que la asociación entre estas 2 variables es significativa (Chi-cuadrado de Pearson= 6,055;  $p = 0,048$ ). Por tanto, indica que las 2 variables (formación universitaria y formación disciplinar) son dependientes una de otras.

**Tabla 5**

Ítem 17. “¿Has recibido previamente alguna formación sobre estos contenidos en la Universidad? (en el Grado)”

Estudios		No	Sí	No lo recuerdo	Total
<b>Grado</b>	n	299	232	33	<b>564</b>
	%	53,0%	41,1%	5,9%	<b>100,0%</b>
<b>Máster</b>	n	153	101	6	<b>260</b>
	%	58,8%	38,8%	2,3%	<b>100,0%</b>
<b>Total</b>	n	<b>452</b>	<b>333</b>	<b>39</b>	<b>824</b>
	%	<b>54,9%</b>	<b>40,4%</b>	<b>4,7%</b>	<b>100,0%</b>

Nota. Resultados del cuestionario. Elaboración propia.

Asimismo, se ha comprobado si existe algún tipo de diferencia en la formación recibida durante el Máster entre los diferentes grupos de alumnos/as (Geografía, Historia, Historia del Arte, Otros) (Ítem 18). Según los resultados del conjunto de la muestra, al igual que sucedía con la formación en el Grado, más de la mitad ha respondido que no ha recibido formación sobre este fenómeno (55,8%; n=145). Para comprobar si existe asociación estadísticamente significativa entre la formación disciplinar de los estudiantes (Geografía, Historia, Historia del Arte, Otros), se ha realizado la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Esta prueba muestra que la asociación entre estas 2 variables no es significativa (Chi-cuadrado de Pearson= 3,075;  $p = 0,799$ ). Por tanto, indica que las 2 variables son independientes una de otras. Estos datos son coherentes teniendo en cuenta que el alumnado es de la misma clase y no debería haber diferencias.

### ¿Se siente capacitado el profesorado en formación para enseñar el cambio climático en la etapa escolar?

Una vez analizado si el futuro profesorado ha recibido formación o no durante el Grado y Máster, se ha examinado su opinión sobre su capacitación para enseñar estos contenidos (Ítem 15). Según se puede observar en la Tabla 6, los datos ofrecen unos resultados de capacitación “media” ya que la mitad de los/as participantes (el 51,0%; n =420) ha respondido en una escala Likert el valor “3”, y si se le añade el valor “4” y “5” suponen el 78,7%.

A partir de la observación de la Tabla 6, procede realizar dos apreciaciones sobre estos resultados. La primera es que se aprecian diferencias según la formación recibida, pues el alumnado del Grado que ha puntuado con “3” o más, su capacitación representa el 80,9%, mientras que el del Máster representa el 73,8%. Por tanto, se puede inferir que esta diferencia viene condicionada por la mayor formación pedagógica del alumnado del Grado. La segunda se deriva de la comparación con el análisis sobre la formación recibida donde más de la mitad de los/as participantes tanto de Grado, como

del Máster, indicaban no haber recibido formación, lo que supone una clara contradicción entre sus representaciones cognitivas. Para comprobar si estadísticamente existen diferencias significativas de la capacitación de los/as estudiantes (Ítem 15) en función de la formación disciplinar (Grado/ Máster) se ha realizado la prueba U de Mann-Whitney. La prueba indica que no hay significación (U de Mann-Whitney = 72066,000;  $p= 0,670$ ), es decir, no hay diferencia de capacitación entre el alumnado del Grado y Máster.

**Tabla 6**

*Ítem 15. “¿Estás capacitado como futuro/a profesor/a para poder enseñar estos contenidos?”*

<b>Estudios</b>		<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>5</b>	<b>Total</b>
<b>Grado</b>	n	48	60	306	93	57	564
	%	8,5%	10,6%	54,3%	16,5%	10,1%	100,0%
<b>Máster</b>	n	34	34	114	39	39	260
	%	13,1%	13,1%	43,8%	15,0%	15,0%	100,0%
<b>Total</b>	<b>n</b>	<b>82</b>	<b>94</b>	<b>420</b>	<b>132</b>	<b>96</b>	<b>824</b>
	<b>%</b>	<b>10,0%</b>	<b>11,4%</b>	<b>51,0%</b>	<b>16,0%</b>	<b>11,7%</b>	<b>100,0%</b>

Nota. Resultados del cuestionario. Elaboración propia.

Para el caso del grupo del Máster, se han analizado las respuestas sobre su capacitación docente en función del tipo de formación disciplinar (Geografía, Historia, Historia de Arte, Otros). Para ello, se ha realizado la prueba H de Kruskal-Wallis. Dicha prueba muestra una leve significación (H de Kruskal-Wallis = 7,952;  $p= 0,047$ ). Por tanto, se puede establecer una relación entre la formación disciplinar y la capacitación para impartir el contenido del cambio climático en este nivel educativo.

Otra cuestión analizada en relación con la capacitación docente ha sido los motivos que el alumnado ofrecía sobre lo anterior (Ítem 16). Como se puede observar en la Figura 1, destacan principalmente las respuestas vinculadas con la necesidad de una mayor formación e información en los contenidos específicos sobre el cambio climático (44,5%;  $n= 367$ ). En segundo lugar, se encuentran las respuestas en la que el alumnado ha afirmado que no ha recibido formación (20,4%;  $n= 168$ ), y en tercer lugar, respuestas de que sí ha recibido formación (17,5%;  $n=144$ ).

La interpretación de algunas de las respuestas ofrecidas sobre el motivo “Necesito más información/ formación” permite avanzar en las representaciones de los/as participantes. A modo de ejemplo se han escogido dos citas textuales, una procedente del Grado y otra del Máster. La primera indica “No considero que esté plenamente informada sobre el asunto, pero sí dispuesta a documentarme sobre ello y mostrar la realidad del planeta donde vivimos en el aula con el fin de concienciar a las nuevas generaciones” (estudiante nº 415 del Grado). De este comentario cabría destacar la predisposición a educar en valores más que en contenidos, pues sin estar “plenamente

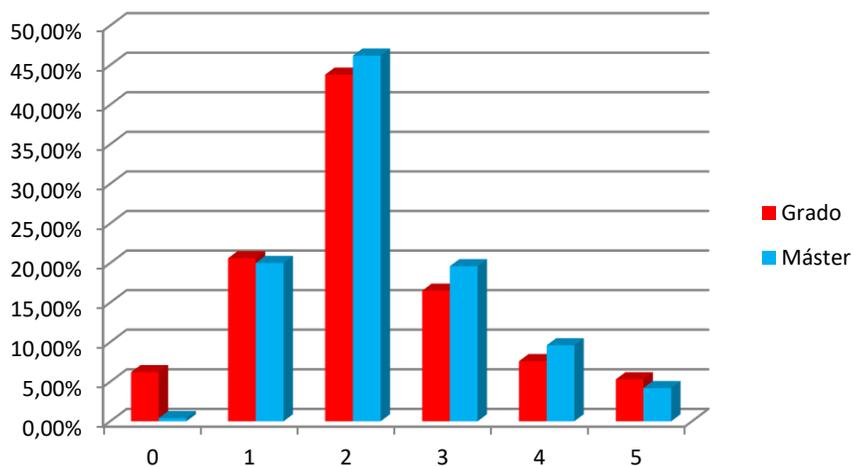
informada” sí que manifiesta su intención de “concienciar”. Y en segundo lugar, cabe destacar otra cuestión: la necesidad de posibilitar la formación continua “pero sí dispuesta a documentarse sobre ello”.

La segunda cita textual afirma: “Necesitaría documentarme primero en la materia de manera científica” (estudiante nº 735 del Máster). Aunque es similar a la anterior, centra su atención en la formación científica y no en la transmisión de valores. La diferencia en la respuesta posiblemente esté relacionada con el nivel educativo con el que se preparan los/as participantes para trabajar. El alumnado del Grado como va a trabajar con niños y niñas, habla de informarse y se considera formador de conciencias. Mientras que el futuro docente de Educación Secundaria tiene claro que no puede impartir clases de aquello que desconoce e indica poco sobre la transmisión de valores.

La categoría “0” (“No estoy capacitado/a”) ofrece mayor diferencia entre las dos formaciones, e indica que el alumnado del Grado afirma estar menos preparado (6,2%) que el del Máster (0,4%). La categoría “1” (“No he recibido formación”) es similar entre los dos niveles y viene a coincidir con lo inferido en el análisis precedente. La categoría “3” (“Sí tengo formación”) obtiene un porcentaje aproximado entre el Grado (16,5%) y Máster (19,6%), siendo un poco más elevado en este último nivel que es donde se ubican los/as graduados/as en Geografía. En cuanto a la categoría “4” de respuestas (“Es algo sencillo”) también recoge porcentajes similares y reducidos en conjunto (8,3%) lo que confirma la conciencia de reconocer la complejidad del contenido.

### Figura 1

Ítem 16. “¿Podrías explicar el motivo de tu respuesta anterior?” (al Ítem 15)



Nota. Resultados del cuestionario. Elaboración propia. Codificación de los motivos: No estoy capacitado (0); No he recibido formación (1); Necesito más información/ formación (2); Sí tengo formación (3); Es algo sencillo (4); Ns/Nc (5).

Para comprobar si existe asociación estadísticamente significativa de los motivos sobre la capacitación en los contenidos específicos relacionados con el cambio climático (Ítem 16) y la formación disciplinar (Grado/Máster), se ha realizado la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Esta prueba muestra que la asociación entre estas 2 variables es significativa (Chi-cuadrado de Pearson= 16,327;  $p = 0,006$ ). Por tanto, esta prueba indica que las 2 variables son dependientes una de otras, es decir, que los motivos ofrecidos por los/as participantes sobre su capacitación docente para enseñar el cambio climático dependen de la formación disciplinar (Grado o Máster).

En tercer lugar, se ha analizado si existe relación entre la capacitación docente (Ítem 15) y los motivos (Ítem 16). Para ello, se ha realizado la prueba H de Kruskal-Wallis que ha dado como resultado que sí existe significación (H de Kruskal-Wallis = 339,763;  $p = 0,001$ ). Por tanto, esta prueba muestra que la capacitación docente influye en las respuestas sobre los motivos de la capacitación.

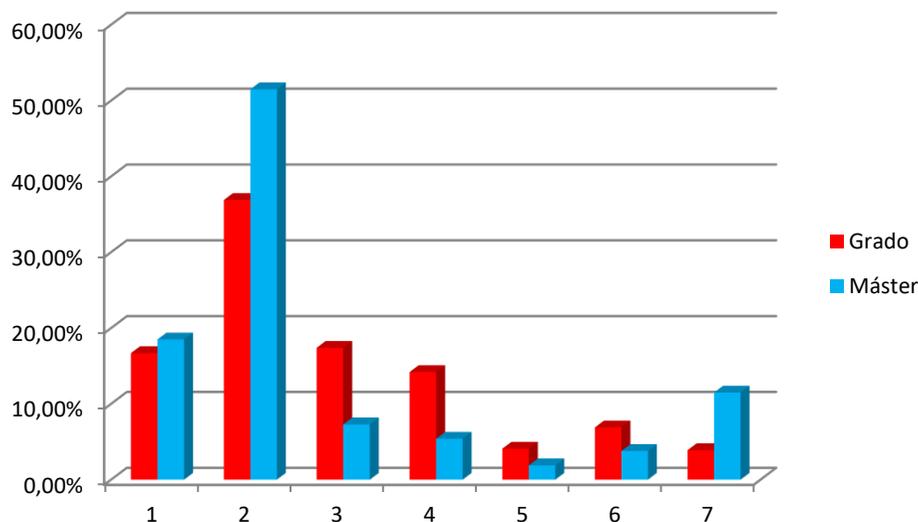
Asimismo, otra cuestión que se ha examinado ha sido si existe relación entre la formación recibida (Ítem 17) y el grado de capacitación para enseñar el cambio climático (Ítem 15). Para ello, se ha realizado nuevamente la prueba H de Kruskal-Wallis. Los resultados muestran que sí hay significación (H de Kruskal-Wallis = 50,874;  $p = 0,001$ ), es decir, la formación docente influye en la capacitación para enseñar estos contenidos.

### **Propuestas de mejora de la capacitación docente para la enseñanza del cambio climático**

La última cuestión que se ha analizado son las propuestas para mejorar la formación docente del profesorado sobre el cambio climático (Ítem 21). El análisis de las categorías propuestas evidencia que en conjunto, el alumnado del Grado y Master prefiere mejorar su capacitación mediante el conocimiento de más recursos didácticos (41,5%;  $n = 342$ ). En segundo lugar, desean avanzar en su capacitación con el conocimiento de más experiencias reales o actividades en las que se tenga en cuenta la cotidianeidad del fenómeno (17,2%;  $n = 142$ ). En tercer lugar, los/as participantes muestran preferencia en su formación por las charlas y simulacros (14,2%;  $n = 117$ ) (Figura 2). Las propuestas “experiencias reales” y “más información y recursos” que son las más señaladas por los/as participantes no parecen relacionarse tanto con la enseñanza no formal como con una enseñanza más aplicada o práctica que proporcione un “conocimiento pedagógico del contenido” (*Pedagogical Content Knowledge*) (Gudmundsdottir & Shulman, 1987) sobre cambio climático y recursos educativos útiles para las aulas.

Figura 2

Ítem 21. “¿Qué propondrías para mejorar tu formación sobre estos contenidos?”



Nota. Resultados del cuestionario. Elaboración propia. Codificación de las propuestas: Experiencias reales (1); Más información & recursos (2); Charlas y simulacros (3); Asignaturas / cursos específicos (4); Videos/documentales (5); Salidas de campo (6); Ns/Nc (7).

De este modo los/as participantes afirman: “Conferencias con gente conocedora del tema y su aplicación en las clases” (estudiante nº244 del Grado) o “Algún seminario sobre cómo tratar el cambio climático con los alumnos de Educación Secundaria” (estudiante nº718 del Máster). Además, indirectamente estas respuestas señalan la necesidad de seguir un modelo de formación continua, pero desde una educación no formal. Sobre la formación con charlas o con asignaturas cabe advertir que existe divergencia entre el alumnado del Grado y Master, pues estos últimos no sienten en la misma medida la necesidad de continuar su formación mediante charlas o asignaturas (ver Figura 2). La autoformación, implícita en la categoría de vídeos, ocupa ya una posición marginal (3,4%; n= 28). Finalmente, cabe advertir una contradicción entre la preferencia de aprender desde la experiencia, y la opción de formación mediante salidas de campo (5,9%; n= 49) cuando se trata de un recurso didáctico con un gran potencial y con una larga tradición pedagógica en la Geografía escolar.

Para comprobar si existe asociación estadísticamente significativa de las propuestas (Ítem 21) en función de la formación disciplinar (Grado/Máster), se ha realizado la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Esta prueba muestra que la asociación entre estas 2 variables es significativa (Chi-cuadrado de Pearson= 56,032;  $p = 0,001$ ). Por tanto, indica que las 2 variables son dependientes una de otras, es decir, que las propuestas ofrecidas dependen de la formación disciplinar. Así, por ejemplo, en la Figura 2 se puede apreciar que el porcentaje de respuestas del tipo 2 (“charlas y simulacros por expertos”) es más elevado en el grupo del Máster que en el del Grado.

Asimismo, se ha comprobado si existe asociación de propuestas entre el propio alumnado del Máster (Geografía, Historia, Historia del Arte, Otros). Para ello, se ha realizado la prueba de Chi-cuadrado ( $\chi^2$ ). Esta prueba muestra que la asociación entre estas 2 variables no es significativa (Chi-cuadrado de Pearson= 24,889;  $p = 0,128$ ). Por tanto, indica que las 2 variables son independientes una de otras.

## **Discusión y Conclusiones**

Como se ha indicado, la nueva Ley Orgánica de Educación (LOMLOE) de 2020 implica una revisión y reflexión sobre la formación del profesorado que ha de impartir el nuevo currículo en los que se fomentan los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), concretamente el nº13 (“Acción por el clima”) que se vincula con las finalidades de la presente investigación (Organización de las Naciones Unidas [ONU], 2015). Cabe destacar que la necesidad de incorporar al currículo este contenido estuvo ya presente en la declaración conjunta del Colegio de Geógrafos de España y la Asociación Española de Geografía (2019). Por tanto, el cambio climático es un contenido que va a tener un protagonismo creciente en los próximos años en el ámbito escolar, de ahí la necesidad de realizar la presente investigación para comprobar el estado actual de la formación, capacitación y propuestas de mejora del profesorado.

En cuanto a las hipótesis de partida de esta investigación, la primera establecía que “la mayoría del futuro profesorado sí que habría recibido formación sobre el cambio climático”. En parte esta hipótesis no se cumple ya que se ha comprobado el déficit formativo sobre este contenido según la opinión de los/as participantes. Asimismo, se ha corroborado que no hay diferencias estadísticamente significativas entre el profesorado de Educación Primaria (54,9%) y Secundaria (55,8%).

Respecto al nuevo currículo, como indica Morote y Olcina (2020, p. 174), “quizá, sea necesario repensar el currículum de Ciencias Sociales y dedicar una mayor atención y rigor científico a esta temática con la apuesta por una mayor y mejor formación del profesorado (actual y futuro) y no tanto la creación de nuevas asignaturas”. Una consecuencia de la ausencia de formación detectada es la necesidad de recurrir al libro de texto ante la inseguridad derivada de su falta de formación y la continuidad de metodologías reproductivas (Kidman, 2018). La información recogida referente a la formación recibida según el alumnado del Grado como del Máster implica la necesidad de realizar una propuesta para mejorar la formación del futuro profesorado como destacan Morote y Olcina (2020) y como cuestionaron en su momento Rubio y Martínez (2014) que se preguntaban si el alumnado del Grado de Maestro de Educación Primaria era competente para explicar este fenómeno. Del dominio de la materia depende la capacidad para evitar y corregir los errores conceptuales como ha expuesto Choi et al. (2010) y corregir los tópicos y falsas noticias que se reproducen y transmiten en los medios de comunicación (Romero & Olcina, 2021).

La segunda cuestión de reflexión que se deriva de los objetivos planteados está relacionada con la representación cognitiva que tiene el futuro profesorado sobre su capacitación docente en torno al cambio climático. En cuanto a la segunda hipótesis, esta indicaba que el futuro profesorado “no se sentiría lo suficiente capacitado para

llevarlo a la práctica a las aulas escolares. Entre los motivos cabría citar los escasos recursos para enseñar estos contenidos, al igual que la información rigurosa, veraz y actualizada sobre el tema". La primera parte de esta hipótesis no se cumple. El análisis realizado ha puesto en evidencia una fuerte contradicción en las representaciones cognitivas de los/as participantes quienes indican que están media o altamente capacitados para impartir este contenido, pues el alumnado del Grado que ha puntuado con "3" o más su capacitación representa el 80,9%, y el del Master el 73,8%, cuando previamente han indicado que no han recibido suficiente formación específica. Asimismo, se ha comprobado que no existen diferencias estadísticamente significativas entre la capacitación del alumnado del Grado y Máster.

Respecto a los motivos ofrecidos sobre su capacitación, esta hipótesis sí se cumple ya que aquí se ha comprobado que el profesorado en formación ha respondido que su capacitación se ve condicionada porque necesitan más recursos e información rigurosa. En este ítem, se ha podido corroborar que la formación disciplinar sí que tiene influencia en las respuestas.

Otra cuestión para la reflexión, se dirige hacia las representaciones sobre cómo los/as participantes pueden capacitarse y mejorar en la enseñanza del cambio climático. La tercera hipótesis establecía que "en relación con las propuestas para mejorar estas deficiencias formativas, los/as participantes propondrían, principalmente, cursos y/o asignaturas específicas insertos en el grado, charlas y/o seminarios por expertos en la temática, y ejemplos prácticos y reales de cómo enseñar el cambio climático en la etapa escolar". Cabe destacar, que en parte, esta hipótesis se cumple, aunque la principal categoría de propuestas es la demanda de más recursos didácticos para explicar este fenómeno (41,5%). Asimismo, también se ha comprobado como la formación disciplinar sí que tiene influencia en este tipo de respuestas.

El alumnado prefiere mejorar su formación con charlas y seminarios (14,2%) antes que con asignaturas (11,4%). Este cambio puede relacionarse con la necesidad de vivir en un aprendizaje continuo dentro de la sociedad líquida como manifiestan Sebastián y Tonda (2018). Otra cuestión objeto de reflexión que ha proporcionado el análisis practicado ha sido la contradicción entre desear un aprendizaje desde la experiencia (17,2%), y la opción de formarse mediante la práctica de itinerarios didácticos o salidas de campo (5,9%). Esta última práctica viene avalada por una larga tradición pedagógica que en el presente genera interesantes propuestas como la realizada por Morote y Pérez-Morales (2019). Finalmente, cabe indicar que la autoformación, mediante el empleo de vídeos, ocupa una posición marginal (3,4%), situación que igualmente llama la atención porque investigaciones recientes indican que el profesorado introduce cada vez más los vídeos en sus clases, de forma que constituye el recurso didáctico preferido respecto a los tradicionales libros de texto (Sebastiá & Tonda, 2022).

La presente investigación pone de manifiesto como el profesorado, a pesar de la insuficiente formación específica sobre el cambio climático, se siente capacitado para impartir este contenido, lo que supone una gran incertidumbre en la concreción en el aula de la normativa curricular que se está regulando. La investigación también ha puesto de manifiesto la conciencia que tiene el profesorado de continuar su formación

sobre este fenómeno. Finalmente, se puede igualmente concluir que la preferencia por una formación experiencial no se acompaña de una metodología oportuna asociada a la práctica de itinerarios didácticos.

En referencia a las limitaciones de estudio cabe señalar que se trata de un trabajo limitado geográficamente a dos universidades españolas por lo que no debe hacerse extensible a toda la comunidad docente del territorio nacional. Por tanto, se considera que sería ideal poder extender el instrumento al resto de universidades españolas para corroborar o refutar las valoraciones que aquí se presentan. Esto constituye un reto de investigación futura. Asimismo, sería interesante profundizar en cómo estas percepciones se materializan, por ejemplo, en las prácticas del alumnado en los centros educativos, confirmando o no algunas de las afirmaciones observadas.

También, cabe destacar para el caso del alumnado del Máster, el escaso número de estudiantes egresados/as en Geografía. Con la continuación de este estudio en el futuro se podrán extraer, quizá, resultados más amplios en el caso de tener una muestra mayor de estos/as egresados/as. En cuanto al procedimiento de la investigación, este cuestionario se ha pasado previamente a las clases en las que se tratan aspectos vinculados con el cambio climático. La idea es hacer un primer diagnóstico de su percepción y experiencia tanto en el Grado como Máster sin la necesidad de influir en sus respuestas.

Esto tipo de investigaciones son necesarias dadas las implicaciones presentes y futuras sobre un fenómeno que va a tener un protagonismo creciente en el ámbito escolar. Por ello, mejorar la formación del alumnado y profesorado es un desafío al que se enfrenta la comunidad docente. Para el caso de la Educación Secundaria, este reto es doble debido a que la mayoría del profesorado que imparte la asignatura de Geografía es egresada en Historia, donde el cambio climático no es un contenido que se suele tratar. En este sentido, un segundo reto de investigación futura será analizar cómo se está enseñando en la actualidad este fenómeno en los centros escolares. En los últimos años se ha investigado sobre las representaciones sociales tanto en el alumnado como en el profesorado en formación, pero se desconoce cómo realmente se está transmitiendo el cambio climático en el aula, incluso en las facultades de Educación, concretamente en la materia de Didáctica de las Ciencias Sociales y/o Geografía. Con ello, se avanzaría en el diagnóstico actual de la enseñanza de unos contenidos cada vez más protagonistas en la sociedad (Eilam, 2022).

## Referencias

- Abuchar, A., Ferro, R. y Arias, P. (2019). Las TIC ante el Cambio Climático. *Revista Avenir*, 3(2), 3-9.
- Alaminos, A. y Castejón, J.L. (2006). *Elaboración, análisis e interpretación de encuestas, cuestionarios y escalas de opinión*. Marfil y Universidad de Alicante.
- Arauz, J., Moreira, C. y Charpentier, C. (2020). Programas de Ciencias en la educación primaria costarricense: relación entre la gestión de riesgos y el cambio climático. *Revista Posgrado y Sociedad*, 18(2), 1-25. <https://doi.org/10.22458/rpys.v18i2.2856>

- Bello, L.O., Cruz, G.E., Meira, P.A. y González, É. (2021). El cambio climático en el bachillerato. Aportes pedagógicos para su abordaje. *Enseñanzas de las Ciencias*, 39 (1), 137-156. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3030>
- Campo, B., Morales, A.J., Morote, A.F. y Souto, X.M. (2021). Environmental problems and Geographic education. A case study: Learning about the climate and landscape in Ontinyent (Spain). *Humanities and Social Sciences Communications*, 8 (90), 1-13. <https://doi.org/10.1057/s41599-021-00761-6>
- Canaza, F., Escobar-Mamani, F. y Huanca-Arohuanca, J. (2021). Reconocer a la bestia: Percepción de peligro climático en estudiantes de educación secundaria. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)*, XXVII (2), 417-434.
- Choi, S., Niyogi, D., Shephardson, D.P. y Charusombat, U. (2010). Do Earth and Environmental Science Textbooks Promote Middle and High school Students' Conceptual Development about Climate Change? Textbooks' consideration of students' misconceptions. *American Meteorological Society*, 889-898. <https://doi.org/10.1175/2009BAMS2625.1>
- Colegio de Geógrafos de España y Asociación Española de Geografía (AGE) (2019). *Declaración Colegio de Geógrafos-AGE sobre la propuesta de creación de una asignatura de cambio climático*. <https://www.geografos.org/declaracion-conjunta-colegio-de-geografos-age/>
- Crayne J. A. (2015). *Teaching climate change: pressures and practice in the middle school science classroom*. [Tesis]. University of Oregon. <https://core.ac.uk/download/pdf/36693218.pdf>
- Cruz L. A. (2006). Observación meteorológica sin aparatos. Propuesta didáctica de Geografía para el alumnado del programa de diversificación curricular (PDC). *Didáctica Geográfica*, 8, 13-32.
- Domènech-Casal, J. (2014). Contextos de indagación y controversias socio-científicas para la enseñanza del cambio climático. *Enseñanza de las Ciencias de la Tierra*, 22(3), 287-296. <http://www.raco.cat/index.php/ECT/article/view/298947/388220>
- Eilam, E. (2022). Climate change education: the problem with walking away from disciplines. *Studies in Science Education*, 58(2), 231-264. <https://doi.org/10.1080/03057267.2021.2011589>
- Evans, R. W., Newmann, F. M. y Saxe, D. W. (1996). Defining issues-centered education. En Evans R.W y Saxe, D.W. (Eds.), *Handbook on Teaching Social Issues* (pp. 2-5). National Council for the Social Studies.
- Feliu, J., Inkeroinen, P., Markuszewska, I., Tanskanen, M., Nuss, S. y Vila, J. (2021). En transición hacia sociedades bajas en carbono: análisis de las competencias para los estudios de geografía (Didáctica Geográfica). *Didáctica geográfica*, 22, 221-245.
- Fien, J. (1992). Geografía, sociedad y vida cotidiana. *Documents d'Anàlisi Geogràfica*, 21, 73-90.
- Gil, A. y Olcina, J. (2017). *Tratado de climatología*. Universidad de Alicante.

- Gudmundsdottir, S. y Shulman, L. (1987). Conocimiento pedagógico del contenido en estudios sociales. *Scandinavian Journal of Educational Research*, 31 (2), 59-70. <https://doi.org/10.1080/0031383870310201>
- Hirsch, A. y Navia, C. (2018). Ética de la investigación y formadores de docentes. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(3), 1-10. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.3.1776>
- Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) (2022). *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg2/>
- Kidman, G. (2018). School geography: what interests students, what interests teacher? *International Research in Geographical and Environmental Education*, 27(4), 311-325. <https://doi.org/10.1080/10382046.2017.1349374>
- Legardez, A. (2006). L'enseignement des questions sociales et historiques, socialement vives. *Le cartable de Clio*, 3, 245-253.
- Lopera M. y Charro E. (2016). El cambio climático en la formación del profesorado: Implementación de un modelo didáctico para abordar cuestiones ambientales. *27 encuentros de didáctica de las ciencias experimentales* (pp. 263-270). Bravo Galán.
- López-Quirós, A. y Guilarte, V. (2021). Conocimientos, creencias y actitudes del profesorado en formación y en activo de Educación Secundaria sobre el cambio climático. En J.A. Marín, J.C. De la Cruz Campos, S. Pozo y G. Gómez, G. (Eds.), *Investigación e innovación educativa frente a los retos para el desarrollo sostenible* (pp. 709-722). Dykinson.
- Martínez-Fernández, L.C. y Olcina, J. (2019). La enseñanza escolar del tiempo atmosférico y del clima en España: currículo educativo y propuestas didácticas. *Anales de Geografía de la Universidad Complutense*, 39(1), 125-148. <https://doi.org/10.5209/aguc.64680>
- Ministerio de Educación y Formación Profesional (2021). *Datos y cifras Curso escolar 2021/2022, Secretaría General Técnica*. <https://www.educacionyfp.gob.es/dam/jcr:b9311a59-9e97-45e6-b912-7efe9f3b1f16/datos-y-cifras-2021-2022-espanol.pdf>
- Moreno-Vera, J.R. y Alvé, F. (2020). Concepts for historical and geographical thinking in Sweden's and Spain's Primary Education curricula. *Humanities and Social Sciences Communications*, 7, 107. <https://doi.org/10.1057/s41599-020-00601-z>
- Moreno-Vera, J.R., Ponsoda-López de Atalaya, S. y Blanes-Mora, R. (2021). By Toutatis! Trainee Teachers' Motivation when using Comics to learn history. *Frontiers in Psychology*, 12, 778792. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.778792>
- Morote, A. F. (2021). Investigación y enseñanza en Didáctica de la Climatología. Estado de la cuestión (1980-2020) (España). *Espacio, Tiempo y Forma. Serie VI, Geografía*, 14, 89-120. <http://doi.org/10.5944/etfvi.14.2021.31332>
- Morote, Á.F. y Hernández, M. (2022). What Do School Children Know about Climate Change? A Social Sciences Approach. *Social Sciences*, 11 (179), 1-17. <https://doi.org/10.3390/socsci11040179>
- Morote, A. F. y Moreno, J.R. (2021). La percepción de los futuros docentes de Educación Secundaria sobre las implicaciones territoriales del cambio climático en destinos

- turísticos del litoral mediterráneo. *Grand Tour. Revista de Investigaciones Turísticas*, 23, 261-282.
- Morote, A.F. y Olcina, J. (2020). El estudio del cambio climático en la Educación Primaria: una exploración a partir de los manuales escolares de Ciencias Sociales de la Comunidad Valenciana. *Cuadernos Geográficos*, 59 (3), 5-24. <http://dx.doi.org/10.30827/cuadgeo.v59i3.11792>.
- Morote, A.F. y Pérez-Morales, A. (2019). La comprensión del riesgo de inundación a través del trabajo de campo: Una experiencia didáctica en San Vicente del Raspeig (Alicante). *Vegueta. Anuario de la Facultad de Geografía e Historia*, 19, 609-631.
- Morote, A. F., Hernández, M. y Olcina, J. (2021). Are Future School Teachers Qualified to Teach Flood Risk? An Approach from the Geography Discipline in the Context of Climate Change. *Sustainability*, 13 (15), 8560, 1-22. <https://doi.org/10.3390/su13158560>
- Navarro, M., Moreno, O. y Rivero, A. (2020). El cambio climático en los libros de texto de educación secundaria obligatoria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 25(87), 933-955.
- Olcina, J. (2017). La enseñanza del tiempo atmosférico y del clima en los niveles educativos no universitarios. Propuestas didácticas. En R. Sebastiá y E.M. Tonda, (Eds.), *Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI* (pp. 119-148). Universidad de Alicante.
- Opazo, H. (2011). Ética en Investigación: Desde los Códigos de Conducta hacia la Formación del Sentido Ético. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 9(2), 61-78.
- Organización de las Naciones Unidas (ONU) (2015). *Sustainable Development Goals. UNDP, Sustainable Development Agenda*. <https://www.undp.org/content/undp/es/home/sustainable-development-goals/resources.html>
- Pérez-Gil, J., Moscoso, S. y Rodríguez, R. (2000). Validez de constructo: el uso del análisis factorial exploratorio-confirmatorio para obtener evidencia de validez. *Psicothema*, 12 (2), 442-446.
- Ramón, A. (2017). Tecnologías de la información geográfica, un recurso para el aprendizaje en la vida cotidiana. En R. Sebastiá y E.M. Tonda (Eds.), *Enseñanza y aprendizaje de la Geografía para el siglo XXI* (pp. 151-173). Universidad de Alicante.
- Romero, J. y Olcina, J. (Eds.) (2021). *Cambio climático en el Mediterráneo: procesos, riesgos y políticas*. Tirant Humanidades.
- Rubio, S. y Martínez R. (2014). ¿Es competente el alumnado del grado de Educación Primaria en la comprensión del tiempo atmosférico y el clima? En R. Martínez Medina, R. y E.M. Tonda Monllor (Eds.), *Nuevas perspectivas conceptuales y metodológicas para la educación geográfica* (pp. 133-152). Universidad de Córdoba, Grupo de Didáctica de la Geografía, Asociación de Geógrafos Españoles.

- Rudd, J. A. (2021). From Climate Change Ignorant to Climate Change Educator. *Chemistry—A European Journal*, 27, 6107-6111. <https://doi.org/10.1002/chem.202004414>
- Sánchez-Ogallar, A. (2000). El cambio climático como ejemplo de transposición didáctica compleja. En J.L. González y M.J. Marrón (Eds.), *Geografía, profesorado y sociedad* (483-496). Universidad de Murcia.
- Satorra, A. y Bentler, P.M. (2010). Ensuring positiveness of the scaled difference Chi-Square test statistic. *Psychometrika*, 75. <https://doi.org/10.1007/s11336-009-9135-y>
- Sebastiá, R. y Tonda, E. M. (2022). La experiencia del alumnado del Prácticum II y los Objetivos de Desarrollo Sostenible. En R. Satorre (pp. 383-384). *Xarxes innovaestic 2022*. Universidad de Alicante.
- Sebastiá, R. y Tonda, E. M. (2018). Enseñar y aprender el tiempo atmosférico y clima. En A. García de la Vega, A. (Ed.), *Reflexiones sobre educación geográfica. Revisión disciplinar e innovación didáctica* (pp. 153-176). UAM y LAGIM.
- Serantes, A. (2015). Como abordan o Cambio Climático os libros de texto da Ensinanza Secundaria Obligatoria na España. *AmbientalMENTEsustentable*, 20, 249-262. <https://doi.org/10.17979/ams.2015.2.20.1609.1603>
- Sezen-Barrie, A. y Marbach-Ad., G. (2021). Cultural-historical analysis of feedback from experts to novice science teachers on climate change lessons. *International Journal of Science Education*, 43(4), 497-528. <https://doi.org/10.1080/09500693.2020.1870759>
- Sharpe, D. (2015). Chi-Square test is statistically significant: Now what? *Practical Assessment, Research and Evaluation*, 20. Article 8. <https://doi.org/10.7275/tbfa-x148>
- Valbuena M. y Valverde J.A. (2006). La climatología local. Procedimientos para su enseñanza y aprendizaje. *Didáctica Geográfica*, 8, 93-108.
- Tonda, E. M. y Sebastiá, R. (2017). Geografía en la sociedad líquida. *Didáctica Geográfica*, 18, 15-20.
- Zhong, S., Chenga, Q., Zhang, S., Huang, C. y Wang, Z. (2021). An impact assessment of disaster education on children's flood risk perceptions in China: Policy implications for adaptation to climate extremes. *Science of the Total Environment*, 757, 143761. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.143761>

## Percepciones del profesorado ante el uso de simuladores virtuales en el aula de ciencias

Jorge POZUELO MUÑOZ  
Jorge MARTÍN GARCÍA  
Beatriz CARRASQUER ÁLVAREZ  
Esther CASCAROSA SALILLAS

Datos de contacto:

Jorge Pozuelo Muñoz  
Dpto. Didácticas Específicas,  
Facultad de Educación,  
Universidad de Zaragoza  
[jpozuelo@unizar.es](mailto:jpozuelo@unizar.es)

Jorge Martín García  
Dpto. Didácticas Específicas,  
Facultad de Educación,  
Universidad de Zaragoza  
[araujo@unizar.es](mailto:araujo@unizar.es)

Beatriz Carrasquer Álvarez  
Dpto. Didácticas Específicas,  
Facultad de Educación,  
Universidad de Zaragoza  
[becarras@unizar.es](mailto:becarras@unizar.es)

Esther Cascarosa Salillas  
Dpto. Didácticas Específicas,  
Facultad de Educación,  
Universidad de Zaragoza  
[ecascano@unizar.es](mailto:ecascano@unizar.es)

Recibido: 30/07/2022

Aceptado: 01/03/2023

### RESUMEN

Los nuevos currículos educativos incluyen entre las herramientas a aplicar en las aulas de ciencias, las simulaciones virtuales, lo que supone un cambio de paradigma con el anterior currículo escolar. Algunos docentes de ciencias vienen utilizando dichos simuladores de manera habitual, mientras que otros se están formando en ellos. El objetivo de este trabajo de investigación ha sido conocer las percepciones de una muestra de 11 docentes de ciencias en activo, de educación primaria y secundaria, contextualizada en el estudio de caso. Se han recogido datos a través de un cuestionario estructurado y una entrevista personal, para analizar las percepciones sobre el uso de simuladores en el aula, en torno a: a) el proceso de aprendizaje del alumnado; b) el proceso de enseñanza del profesorado; c) las posibilidades didácticas de los simuladores. Los resultados recogidos han permitido establecer categorías emergentes que muestran como los docentes perciben los simuladores como herramientas que ayudan a la modelización a través del acercamiento a los alumnos de conceptos abstractos, facilitan la repetición de experimentos por la menor necesidad de tiempo y materiales, favorece la motivación y el interés hacia las ciencias, entre otros resultados. En resumen, los resultados muestran que el profesorado percibe los simuladores como una herramienta útil para el desarrollo de la competencia científica del alumnado. Para conseguir un uso más habitual de esta herramienta, demandan una formación específica que les ayude a diseñar secuencias de actividades en torno a contenidos concretos.

**PALABRAS CLAVE:** Aula virtual; Enseñanza de las Ciencias; Simuladores; Percepciones.

## **Title: Teachers' perceptions about the use of virtual simulators in the science classroom**

### **ABSTRACT**

The new educational curricula in Spain include among the tools to be applied in the classrooms sciences, virtual simulations, which represents a paradigm shift with the previous school curriculum. Some science's teachers have been using these simulators during the last years, while others are being formed in them. The main objective of this research has been to know the perceptions of a sample of 11 science's teachers in active, primary and secondary education, contextualized in the case study. In order to analyze the perceptions about the use of simulators in the classroom, data through a structured questionnaire and a personal interview have been collected, regarding: a) the process of student learning; b) the teaching process; c) the didactic possibilities of the simulator training. The results allow to establish emergent categories that show how teachers perceived simulators as tools that help the modeling by introducing students to abstract concepts, facilitate the repetition of experiments due to the less need for time and materials, favor motivation and interest in science, among other results. In summary, the results show that teachers perceive simulators as a useful instrument for the development of scientific competence of students. To get a more common use of this tool, they require specific training to help them design sequences of activities around specific contents.

**KEYWORDS:** Virtual Classroom; Science education; Simulators; Perceptions.

### **Introducción y fundamentación**

El desarrollo de las nuevas tecnologías aplicadas al aula ha supuesto la aparición de nuevas metodologías y herramientas para la enseñanza (Ardura & Zamora, 2014; Brandl, 2005), entre las que se encuentran las simulaciones interactivas y los laboratorios virtuales. Estas herramientas están teniendo una influencia cada vez mayor en la educación científica y las ventajas asociadas a su uso se muestran en un gran número de publicaciones (Bo et al., 2018; Chang et al., 2008; Dori & Barak, 2001; Fernández-Cesar & Aguirre-Pérez, 2012; Khan, 2008; Pontes, 2005; Riveros & Mendoza, 2005; Torres-Zúñiga, 2011; Ocelli & García, 2018; Ocelli & Malin, 2018; Zhang et al., 2006). Tal es así que, en el contexto actual, con la aprobación reciente de un nuevo currículum estatal, en éste se incorpora el enfoque STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) para el aprendizaje de las ciencias, y a su vez, se fomenta el uso de herramientas como las simulaciones virtuales, tanto en la educación de ciencias en la etapa de primaria (Real Decreto 157/2022), como en secundaria (Real Decreto 217/2022). Por otro lado, las adaptaciones autonómicas a este currículum también muestran esta tendencia. Por ejemplo, en el caso del currículo aragonés se invita al profesorado a usar este tipo de herramientas para la enseñanza de algunas materias de ciencias como la Física y Química o la Cultura Científica. Otros

currículos consultados que muestran esta tendencia son el de Andalucía, Madrid, Extremadura o Murcia, entre otras. Esto demuestra que existe una sintonía general en la comunidad educativa para tantear la posibilidad de solventar algunas dificultades en el aprendizaje de las ciencias, complementando la experimentación en laboratorio con el uso de simuladores virtuales.

### **Simuladores en la enseñanza de las ciencias**

El proceso de enseñanza aprendizaje es un proceso diseñado para la confluencia entre los objetivos de enseñanza del docente, normalmente basados en el marco curricular, y por otro lado los procesos de aprendizaje del alumnado, que son variados y de distinta naturaleza epistémica (Hernández & Infante, 2017).

Los simuladores han sido utilizados como herramienta en estos procesos de enseñanza aprendizaje, en distintos ámbitos educativos, generalmente en destrezas como la informática, las comunicaciones o la medicina (Cabero-Almenara & Costas, 2016; Vidal et al., 2019). Algunos de los beneficios que se han encontrado, especialmente en el campo de la medicina, el uso de simuladores se muestra como una herramienta muy potente ya que no es intrusiva en el paciente, acorta el tiempo de aprendizaje, debido a la inmediatez tanto del proceso como de resultados y facilita el aprendizaje de las habilidades por la facilidad de repetición del proceso.

En este trabajo nos referimos a simuladores o laboratorios virtuales como las herramientas para realizar una representación no estática de un fenómeno que es simulado por un ordenador, en la que el usuario puede modificar una o más variables en la interfaz del programa (Bo et al., 2018), manipulando el modelo del sistema científico representado y observándolo en distintas condiciones (Khan, 2011). Estas herramientas permiten observar el desarrollo de una experimentación real, con la particularidad de que la misma se está produciendo de forma virtual. Así, el usuario puede observar tanto el desarrollo de los procesos, la evolución del sistema y la interacción de las variables que influyen en él, como las consecuencias de la experimentación (Occelli & García, 2018). Estas cualidades hacen de los simuladores herramientas que pueden ayudar a solventar dificultades asociadas a la gestión de los recursos materiales y de los espacios que implica la experimentación real en los centros escolares (Infante, 2014).

Además de estas ventajas vinculadas a la gestión de los centros educativos, los simuladores y los laboratorios virtuales han demostrado su eficacia para el desarrollo de distintos aspectos de la enseñanza-aprendizaje de las ciencias: destrezas para resolver problemas cuantitativos (Diederer et al., 2005), utilización de la medida de variables físicas para desarrollar conceptos y procedimientos asociados (Kiboss, 2002), la modelización de conceptos fundamentales de la física y la química (Trindade et al., 2002; Venkataraman, 2009; Zucker & Hug, 2008) o su aplicación para la enseñanza de la biología (López & Morcillo, 2007). Adicionalmente, el componente más visual de la simulación puede despertar la curiosidad de los estudiantes (Banda & Nzabahimana, 2021), aumentando su compromiso con la temática estudiada y los contenidos científicos implicados.

El desarrollo de los conocimientos asociados a los distintos contenidos de ciencias debe promover un aprendizaje de la ciencia en su ámbito más general, de forma que se trabajen las prácticas científicas de indagación, argumentación y modelización

(Osborne, 2014). En este sentido, el valor de una herramienta para la enseñanza de las ciencias debe tener en cuenta sus cualidades para desarrollar dichas prácticas científicas en el aula. Por ello, se ha realizado una revisión de las investigaciones publicadas al respecto, encontrando como resultado que los simuladores son herramientas válidas para el desarrollo de las tres prácticas científicas (López et al., 2017). En primer lugar, los simuladores ofrecen un contexto en el que se pueden trabajar las distintas etapas de la indagación (Pedaste et al., 2015) de forma virtual. El planteamiento de preguntas sobre un sistema, o la modificación de parámetros que en la experimentación real no sería posible (Cataldi et al., 2013), son algunas de las destrezas de la indagación que hacen que los simuladores sean herramientas útiles para trabajar en el aula (Minner et al., 2010; Sandoval & Reiser, 2004). Por otro lado, las simulaciones suelen estar alojadas en entornos virtuales que incluyen aplicaciones colaborativas que permiten la interacción entre estudiantes, como pueden ser foros o chats (López et al., 2017), que con ayuda del profesorado pueden ser utilizadas adecuadamente para favorecer el debate y la argumentación (Romero & Quesada, 2014). Ahora bien, el mayor potencial de los simuladores está en el desarrollo de la práctica científica de la modelización (Campbell & Oh, 2015; Ortiz & Piña, 2018; Romero & Quesada, 2014). Si tomamos la definición simplificada de modelo, como la representación de la conexión existente entre el campo teórico y el empírico (Adúriz-Bravo & Ariza 2014; Giere 2005), los simuladores pueden ser considerados como una representación de modelos de forma dinámica e interactiva (Della costa & Occelli, 2020). Por otro lado, en la naturaleza no todos los modelos pueden ser estudiados como objetos físicos o pictóricos (Cataldi et al., 2013) y los simuladores son una herramienta útil para mostrar conceptos abstractos (Alessi & Trollip, 2001; Foresman & Frisch, 1996; McElhaney & Linn, 2011; Wu & Huang, 2007;) y proponer modelos alternativos para explicar los fenómenos (López & Morcillo, 2007; Schwarz, 2009), poniendo a disposición del docente la eficacia de las imágenes para representar y hacer mucho más visibles los modelos y teorías abstractas de la ciencia, facilitando su asimilación y permitiendo la conexión entre el ámbito macroscópico o físico y el microscópico o teórico.

La naturaleza dinámica de la mayoría de herramientas de simulación permite a los estudiantes la manipulación sencilla de variables y objetos virtuales, por lo que autores como Amadeu y Leal (2013) argumentan que proporcionan una oportunidad inmejorable para que puedan descubrir las propiedades de un modelo a través de la recopilación y el tratamiento de la información proporcionada por el simulador. De la misma forma, los simuladores enfrentan al aprendiz a situaciones concretas e interactivas que promueven la confrontación entre las ideas previas, los conocimientos y las creencias del estudiante y los resultados y observaciones que se le presentan al emplear el simulador. En este sentido, el poder comparar sus previsiones iniciales con el comportamiento observado en el simulador, y la inmediatez de la retroalimentación que este proporciona, facilita la reestructuración de los modelos mentales del alumnado (López et al., 2018), porque les permite ser más conscientes de las limitaciones de sus razonamientos (Jaakkola et al., 2011) y reforzar sus decisiones acertadas (Guzmán & del Moral, 2018). Sin embargo, también hay investigaciones que muestran la aparición de obstáculos de carácter epistemológico en la adquisición de modelos con el uso de simuladores (Pessanha et al., 2013).

La gama de simuladores a disposición del docente aumenta permanentemente. En

particular, las PhET Interactive Simulations<sup>1</sup> creadas por la Universidad de Colorado, han tenido un desarrollo cada vez mayor. Al mismo tiempo, su representación en las aulas y los estudios sobre sus posibilidades en el aula sigue creciendo por su versatilidad, fácil manejo y variedad de simulaciones en distintos campos de estudio (Alzugaray et al., 2009; Della costa y Occelli, 2020; Martín & Galván, 2019; Montenegro et al., 2015; Tavares & Martínez, 2017).

Sin tomar las simulaciones como un sustituto de la observación y la experimentación real, suponen una herramienta de gran valor en el aprendizaje de las ciencias (Garófalo et al., 2016; Romero & Quesada, 2014). De hecho, estudios como los de Smetana y Bell (2012) o Ajredini et al. (2014), entre otros, proporcionan evidencias de que, en la mayoría de los casos, no existen diferencias en cuanto al aprendizaje que se genera en actividades científicas apoyadas en la experimentación en el laboratorio y aquellas que se apoyan en experimentos simulados por ordenador, equiparando el aprendizaje de los alumnos a través de ambas orientaciones.

### **Dificultades, posibilidades y formación del profesorado**

De acuerdo con las investigaciones analizadas previamente, el desarrollo de los simuladores sigue creciendo tanto en cantidad como en profundidad, sin embargo, el proceso de incorporación de los simuladores al aula sigue siendo lento (Bo et al., 2018). Los motivos de que su uso siga siendo un reto, se pueden agrupar en tres: materiales, temporales y de uso. Los problemas relacionados con los recursos materiales siguen estando asociados a la no disponibilidad continua de sistemas informáticos por parte del alumnado, el acceso al software y el soporte técnico (Inan & Lowther, 2010; Kopcha 2012; Pelgrum, 2001; Schwarz & Gwekwerere, 2007), aunque estos problemas son cada vez menores por la mayor presencia de equipos en las aulas y por el uso generalizado de smartphones que permiten el uso de estas aplicaciones (Brenner & Brill, 2016). La gestión del tiempo sigue siendo una de las mayores dificultades para su aplicación tanto por motivos de falta de tiempo en el aula (Perkins, 2010), como por la falta de tiempo del profesorado para la preparación de esta herramienta (Bo et al., 2018). Finalmente, ha existido una falta general de habilidades tecnológicas (entendiendo por habilidades tecnológicas “conocimientos teóricos e instrumentales de carácter informático e informacional” según Casillas y Ramírez, 2021) por parte del profesorado de ciencias para usar los simuladores de forma que se favorezca una comprensión profunda del fenómeno a estudiar (Bang & Luft, 2013; Brenner & Brill, 2016; Hennessy et al., 2007; Schrum, 1999; Pringle et al., 2015; Romero & Quesada, 2014; Strudler & Welzel, 1999).

La resolución a estos problemas se ha afrontado en algunos casos con la formación de los docentes, dado que los cambios en el aprendizaje no los produce la herramienta, sino el uso pedagógico que se haga de ella (Romero & Quesada, 2014). Dicha formación se ha focalizado en conocer las características de estas herramientas como primer paso, las limitaciones y las posibilidades de las mismas, y finalmente el desarrollo de estrategias didácticas para su uso (Cataldi et al., 2013; Contreras-Gelves & Carreño, 2012; Khan, 2011; Kopcha, 2012; Reis & Santos, 2016; Schwarz & Gwekewerere, 2007;

---

<sup>1</sup> PhET Interactive Simulations en <https://phet.colorado.edu>

Valverde-Crespo et al., 2018).

A diferencia de otros perfiles, el profesorado de ciencias destaca por su compromiso con el uso de las TIC en general (Howard et al. 2015) y de los simuladores en particular (Bo et al., 2018) ya que, a priori, se sienten con seguridad para utilizar dichas herramientas en su quehacer docente (Yerdelen-Damar et al., 2017). Sin embargo, en la práctica, existen numerosas investigaciones que muestran las dificultades del profesorado en la aplicación didáctica de las TIC en sus secuencias de enseñanza (Coll et al., 2008; Garófalo et al., 2016; Gómez et al., 2014; López & Morcillo, 2007; Piscitelli, 2009; Rodríguez-García et al., 2018). Las actitudes, junto con el conocimiento y la percepción sobre la herramienta y su uso, son un factor decisivo en la voluntad del docente para usarlos (Baek et al, 2008; Khan 2011; Schwarz & Gwekwerere, 2007; Wozney et al, 2006).

Esta problemática está en la línea con uno de los cinco problemas de la formación docente propuestos por De Pro Bueno et al. (2022), las creencias y opiniones sobre la práctica docente. En este sentido, es necesario seguir investigando sobre el papel del profesorado en la implementación de los simuladores en el aula, prestando atención a sus percepciones tanto en la implementación, como de forma previa a dicha implementación. Esto va a permitir mejorar el enfoque de las propuestas de formación del profesorado sobre el uso de los simuladores y laboratorios virtuales.

En este contexto, se plantea una investigación contextualizada en el estudio de caso, en la que se pretenden conocer y analizar las percepciones de 11 docentes en activo, de ciencias, de las etapas de educación primaria y secundaria, sobre el uso de simuladores en el aula, en torno a: a) el proceso de aprendizaje del alumnado; b) el proceso de enseñanza del profesorado; c) las posibilidades didácticas de los simuladores. La pregunta de investigación es: ¿cuáles y por qué son las percepciones del profesorado sobre el uso de simuladores en el aula de ciencias tras recibir formación específica?

## ***Metodología de investigación***

La metodología de la investigación se ha apoyado en dos claves. En primer lugar, se ha utilizado una aproximación de carácter cualitativo centrada en el estudio de caso (Simons, 2011). En segundo lugar, el planteamiento general de la investigación tiene presente el papel fundamental del profesorado como el agente más relevante para la producción de un cambio educativo (Blanco-López et al., 2018) y así plantear una investigación que sirva a su vez para facilitar dicho cambio.

### **Contexto**

La investigación se enmarca en un programa de formación del profesorado de ciencias, de educación primaria y secundaria, en el enfoque de enseñanza STEM. En esta formación, se imparten talleres de capacitación en el uso tanto de herramientas, como de metodologías, que puedan aplicarse dentro de este enfoque, siendo uno de ellos un taller introductorio sobre el uso de simuladores y laboratorios virtuales para docentes. El diseño del taller se llevó a cabo a partir de una adaptación y simplificación del trabajo propuesto por Reis y Santos (2016). Los tres objetivos fundamentales del

taller fueron: que los y las docentes en activo conozcan la herramienta de los simuladores; explorar con ellos/as un grupo concreto de simuladores (simuladores PhET); y realizar una introducción al diseño de una secuencia de enseñanza en la que se haga uso de estas herramientas. Al final del taller, cada participante debe preparar y exponer una propuesta didáctica para trabajar ciencias con simuladores y responder a una serie de cuestiones sobre sus percepciones en el uso de los mismos.

Los participantes fueron docentes en activo de educación primaria y secundaria fundamentalmente, aunque también podían participar profesores/as que, teniendo su origen en la educación secundaria, actualmente ejercen como formadores/as de profesorado. Teniendo libertad para seleccionar a los participantes en el taller, los criterios utilizados para la elección de los asistentes responden a una estrategia de máxima variación (Shakir, 2002): a) etapa de educación a la que se dedican; b) materias que imparten; y c) conocimientos previos en el uso de simuladores. Así, se han elegido 2 maestras de educación primaria, 7 profesores/as de secundaria y 2 docentes dedicados a la formación del profesorado de ciencias. La Tabla 1 proporciona un resumen del perfil de los participantes, teniendo en cuenta la variable de género.

**Tabla 1**

*Participantes en la investigación*

<b>D</b>	<b>Nivel</b>	<b>Materias que actualmente imparte</b>	<b>Conoce los simuladores</b>	<b>Uso habitual en el aula</b>
<b>1 (M)</b>	Primaria	Ciencias Naturales	No	-
<b>2 (M)</b>	Primaria	Ciencias Naturales	No	-
<b>3 (M)</b>	Sec. y Bach.	Física y Química	Sí	Sí
<b>4 (M)</b>	Sec. y Bach.	Física y Química	Sí	No
<b>5 (H)</b>	Sec. y Bach.	Física y Química	Sí	No
<b>6 (M)</b>	Sec. y Bach.	Física y Química	Sí	No
<b>7 (M)</b>	Sec. y Bach.	Física y Química; Tecnología	No	-
<b>8 (M)</b>	Sec. y Bach.	Biología y Geología	No	-
<b>9 (M)</b>	Sec. y Bach.	Biología y Geología	No	-
<b>10 (H)</b>	Formación Profesorado	Formación del Profesorado (Tecnología)	Sí	No
<b>11 (M)</b>	Formación Profesorado	Formación del Profesorado (Matemáticas)	Sí	No

**Recopilación y análisis de datos**

Para recoger los datos que permitan concluir sobre los tres objetivos de investigación planteados (percepciones sobre el uso de simuladores en: el proceso de aprendizaje de ciencias del alumnado, el proceso de enseñanza de ciencias del profesorado y sobre las posibilidades didácticas de los simuladores), se pasó un cuestionario y se realizó una entrevista semiestructurada a los y las docentes. Ambos instrumentos hacen uso de preguntas que abordan cuestiones como: las ventajas y

desventajas en el uso de simuladores, formas de utilización en el aula, grupos de edad a los que se pueden dirigir, características más importantes que debe tener un simulador para que sea útil y las posibles aportaciones que pueden hacer los simuladores a la enseñanza de las ciencias.

Por otro lado, a lo largo de la implementación del taller, los investigadores recogieron anotaciones sobre las dudas, comentarios y reflexiones de los/las docentes con mayor relevancia para la investigación, que han sido analizadas. Y finalmente, se estudiaron las propuestas didácticas con simuladores realizadas por los/las docentes.

Para analizar los datos recogidos, se ha utilizado la metodología del análisis por temáticas (Fereday & Muir-Cochrane, 2006; Fraenkel et al., 2012; Miles & Huberman, 1994). A partir de los datos recogidos se ha adaptado el sistema de categorización propuesto por Bo et al. (2018), se ha diseñado una herramienta para analizar las percepciones del profesorado. Para ello, se han identificado patrones en las respuestas de los docentes, a los que denominamos “categorías”. Estas categorías se agrupan en dimensiones, que son las que van a permitir analizar las percepciones del profesorado desde los tres enfoques propuestos (ver Tabla 2, en el apartado Resultados). Por ejemplo, la categoría que hace referencia a la “ayuda de los simuladores a la adquisición de modelos” agrupa la mención de los docentes a áreas temáticas diversas (modelo atómico de la materia, movimiento orbital, herencia genética, concepto de densidad; mundo microscópico, las fuerzas, entre otros muchos). A su vez, esta categoría se incluye dentro de la dimensión “Mejora del proceso de aprendizaje”, que a su vez es objeto de estudio como percepción del profesorado sobre el aprendizaje con simuladores.

## **Resultados**

Los resultados se estructuran para intentar dar respuesta a la pregunta de investigación y los tres objetivos, asociados a las percepciones del profesorado sobre el uso de los simuladores para la enseñanza de las ciencias. Por lo cual, se presenta una tabla para cada objetivo, en la que la primera y la segunda columna hacen referencia a la dimensión encontrada y las categorías asociadas, la tercera columna “D” hace referencia a los docentes incluidos en cada categoría, la cuarta columna “f”, se muestra la frecuencia con la que los docentes hacen referencia a la misma y finalmente en la última columna se muestran algunas citas textuales de los docentes en la realización de la entrevista.

### **Percepción sobre el proceso de aprendizaje del alumnado**

En primer lugar, se presentan los resultados en relación a las percepciones de los docentes sobre el aprendizaje del alumnado debido al uso de simuladores (Tabla 2). A través del análisis de los datos recogidos, se han establecido categorías emergentes. La naturaleza de estas categorías ha permitido catalogarlas en tres dimensiones: “Mejora el proceso de aprendizaje”; “Complica el proceso de aprendizaje” y “Etapa educativa adecuada para su uso”. Es decir, los resultados se agruparon en categorías emergentes, y estas por dimensiones (también emergentes).

**Tabla 2**

*Dimensión, categorías, docentes frecuencia y citas en la percepción sobre el aprendizaje*

<b>Dimensión</b>	<b>Categorías</b>	<b>D</b>	<b>Ejemplos de citas</b>	<b>f</b>
<b>Mejora el proceso de aprendizaje</b>	Motiva en general al alumnado.	D2, D5, D6, D9	D2: "Seguro que atrae mucho a los alumnos".	4
	Ayuda a la construcción de modelos y a tratar conceptos abstractos con los que no se puede experimentar.	D1, D3, D5; D7, D10	D3: "Para trabajar conceptos que no se pueden manipular en la realidad micro y macro en clase. Por ejemplo, el átomo o el movimiento de satélites"; D1: "para mostrar la rotación y la traslación".	5
	Ayuda a afianzar conocimientos de forma manipulativa como apoyo a otros materiales.	D2; D4, D5, D7, D9	D4: "pone imagen al texto"; D6: "permite cambiar de escalas"; D7: "mejora la comprensión de lo que se trabaja en clase".	5
	Fomenta la vocación científica y acerca la ciencia a todos.	D3, D5	D3: "fomenta la vocación científica y acerca la ciencia a todos".	2
	Desarrollar competencia tecnológica a través del desarrollo de conocimientos.	D8, D10, D11	D8: "se desarrolla la competencia digital."	3
	Desarrolla habilidades propias de las prácticas científicas de indagación y argumentación.	D5, D11	D5: "les hace generar preguntar, indagar en las respuestas y transmitir de forma oral el conocimiento."	2
<b>Complica el proceso de aprendizaje</b>	Puede obstaculizar la modelización de los conceptos.			0
	Muestra información engañosa en el software que puede llevar a error.	D3, D7	D3: "hay que vigilar que el contenido científico sea adecuado".	2
	Se ejecuta el simulador una y otra vez sin una reflexión previa.	D4, D5, D3, D6	D5: "se lo tomarían como un juego y no sacan provecho".	3
	Se pierden habilidades propias del laboratorio y la manipulación de materiales.	D5, D8, D11	D5: "no se debe perder la idea de que la experimentación manipulativa es prioritaria".	3
<b>Etapa educativa adecuada para su uso</b>	Para cualquier curso si se adapta adecuadamente.	D2, D4, D5, D8; D9	D2: "en los primeros cursos de primaria lo tomarían como un juego, pero les ayudaría a entender conceptos".	5
	Para los últimos cursos de primaria y el resto de cursos superiores.	D1, D3, D11		3
	Para los cursos de secundaria y superior.	D6, D7, D10		3

La primera de las dimensiones alude a la forma en la que el uso de simuladores favorece el aprendizaje del alumnado, ya sea a través del desarrollo de conocimientos o habilidades, o por una incidencia en la mejora de la motivación gracias a su uso. Entre las mejoras que el profesorado percibe con mayor énfasis, está la posible mejora en la construcción de modelos abstractos y el favorecimiento de la consolidación de conocimientos. Por otro lado, se observa que el profesorado también percibe la utilidad de la herramienta para motivar al alumnado y, mejorar el interés por la ciencia del mismo. Finalmente, se detectan las posibilidades de la herramienta para desarrollar la competencia científica. Todos los docentes ven en la herramienta algún aspecto para desarrollar positivamente el aprendizaje del alumnado y, por otro lado, profesorado de todas las etapas aluden a las posibilidades de la herramienta para desarrollar o afianzar conceptos.

Por otro lado, entre los principales riesgos que percibe el profesorado en el uso de los simuladores, está que se pierdan habilidades propias de laboratorio y manipulación de materiales, junto con la posibilidad de que los propios simuladores muestren el contenido científico de forma confusa o errónea. También se detecta el riesgo de que el alumnado use el simulador como un juego, repitiendo los experimentos de forma sucesiva sin que exista un proceso reflexivo sobre dichas modificaciones. En definitiva, 5 de los 11 docentes perciben algunas dificultades asociadas al aprendizaje del alumnado. Ahora bien, entre estos 5 docentes, solamente una (D3), alude a dichos dos posibles tipos de complicaciones.

Al mismo tiempo, es importante dejar constancia de que ningún docente tiene la opinión de que los simuladores puedan entorpecer la adquisición de modelos, como sí ocurre según la bibliografía (Pessanha et al., 2013).

Finalmente, en cuanto a la etapa educativa más adecuada en la que aplicar estas herramientas, no existe consenso, se ha manifestado que puede ser utilizada para trabajar las ciencias tanto en educación primaria como secundaria.

### **Percepción sobre el proceso de enseñanza del profesorado**

En segundo lugar, se presentan los resultados sobre las percepciones de los docentes acerca del uso de los simuladores en su labor docente, tanto para el proceso de enseñanza como para el diseño de secuencias didácticas. En este caso, se han agrupado las percepciones según si se percibe el uso de los simuladores como una herramienta que “facilita el proceso de enseñanza”, o si, por el contrario, “complica el proceso de enseñanza” y, por último, el “modo de uso” que el o la docente haría de los mismos. Los resultados obtenidos se muestran en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Dimensión, categorías, docentes, frecuencia y citas en la percepción sobre la enseñanza*

<b>Dimensión</b>	<b>Categorías</b>	<b>D</b>	<b>Ejemplos de citas</b>	<b>f</b>
<b>Facilita el proceso de enseñanza y el diseño de secuencias</b>	Las nuevas tecnologías siempre ayudan al proceso de aprendizaje.	D4	D4: "nunca sobran las nuevas herramientas".	1
	No necesita materiales adicionales.	D6, D7, D10	D7: "Es un método sencillo en el que solo necesitas un ordenador como material".	3
	Se ahorra tiempo y material en visitar laboratorio y preparar dispositivos experimentales.	D1, D2, D3, D4, D6, D7, D8, D10, D11	D1 "Ahorra tiempo en visitar laboratorio"; D2: "lo bueno es que se puede repetir muchas veces sin perder recursos".	9
	Poder repetir la experimentación tantas veces como sea necesario.	D6, D7, D9, D10	D7: "Se puede repetir las veces necesarias".	4
	En grupos con muchas personas facilita la enseñanza.	D8, D11	D8: "si el grupo es muy numeroso es mejor trabajar con simuladores por la gestión del grupo".	2
<b>Complica el proceso de enseñanza</b>	Tiempo de clase limitado para cubrir el currículum usando estos instrumentos.	D5	D5: "Resultan muy visuales solo para algo muy concreto".	1
	Mucho tiempo para buscar los simuladores y diseñar actividades.	D1; D4; D5; D8; D10	D1: "se pierde mucho tiempo en buscar los simuladores y elegir cuál es el adecuado"; D4: "hasta que encuentras lo que necesitas se pierde mucho tiempo".	5
	No hay suficientes simuladores para mi materia.	D8		1
	En el examen no se usan simuladores.	D11	D11: "Deberían incluirse en los exámenes para ampliar su uso".	1
	Necesita otros materiales y un seguimiento cercano para que sean eficaces.	D3; D4; D5; D8	D3: "Necesita material adicional, como hojas de trabajo"; D5: "La experiencia por sí misma no garantiza el aprendizaje, necesita de un material adicional".	4
<b>Modo de uso</b>	Para realizar demostraciones el aula.	D1, D2, D3, D5; D6; D11	D1: "para mostrar la rotación y la traslación"; D2: "para complementar las clases".	6
	Para sustituir la experimentación real por la virtual cuando sea necesario.	D3; D6	D3: "en algunos cursos como bachillerato utilizo estos experimentos en lugar de los reales". D6: "se pueden realizar prácticas directamente en el aula".	2
	Para combinar simulación y experimentación real para una misma temática.	D4, D10	D4: "Complementa la experimentación en el laboratorio";	2

Para realizar actividades de indagación guiada.	D1, D5	D1: "se puede utilizar para hacer indagación"; D5: "como actividad de exploratoria guiada individual".	2
Para resolución y comprobación de actividades en el aula o en casa.	D3; D4; D6; D10, D11	D4: "pueden corregirse los problemas en casa".	5
Como soporte y complemento a otras actividades.	D4, D9	D4: "pone imagen al texto". D9: "Complemento a la teoría y el laboratorio".	2

En la primera dimensión, dedicada a la forma en la que los simuladores podrían ayudar a la labor docente, ya sea en la implementación en el aula como la preparación previa, se han agrupado 5 categorías. Entre las ventajas que, mayoritariamente, perciben los docentes se encuentra el "ahorro en tiempo y materiales" gracias a esta herramienta, al evitar los problemas relacionados con las visitas al laboratorio y preparar dichas prácticas experimentales. En esta línea, también se percibe como facilitador de la labor docente, la posibilidad de repetir las experiencias tantas veces como sea necesario, o la facilidad de uso para grupos muy numerosos. Por último, llama la atención la percepción de algunos docentes sobre el innecesario uso de materiales adicionales para su implementación y la concepción de las tecnologías como positivas por sí mismas para su uso en el aula.

En cuanto a las percepciones del profesorado asociadas a las dificultades para la introducción de los simuladores en el aula, se han identificado 5 categorías. El que mayor incidencia ha tenido está asociado a la inversión temporal que supone buscar un simulador adecuado y diseñar una secuencia didáctica. En línea con esta categoría, también destacan las dificultades asociadas a la necesidad de material complementario para su uso, como por ejemplo "hojas de trabajo". El resto de categorías emergentes aluden a la extensión del currículum para poder usar estos métodos, la inexistencia de suficientes simuladores para la materia y la no utilización de esta herramienta en las pruebas escritas y por ello, no resultan útiles.

La última dimensión analizada en este punto alude a la forma en la que los y las docentes utilizarían los simuladores, estableciendo 6 categorías de uso. Las dos formas de uso que los docentes estiman más oportunas incluyen la realización de demostraciones de aula y la resolución y comprobación de actividades, ya sea en el aula o en casa. Entre todos ellos, de nuevo se encuentran docentes de todas las etapas educativas. Por otro lado, se propone su uso para realizar actividades de indagación guiada, de forma que se combine la experimentación real y la virtual y finalmente, sustituyendo la experimentación real por la virtual cuando la situación lo requiera.

En relación al tipo de actividades, se observa que fundamentalmente los y las docentes harían uso de los simuladores como apoyo a otros materiales (clases expositivas, libro etc.) o en su caso para realizar demostraciones experimentales. Esto nos lleva a pensar, que en las actividades presentadas en la formación del profesorado se deben incluir secuencias de enseñanza que hagan uso de los mismos con objetivos diferentes, como la realización de pequeñas investigaciones o actividades para desarrollar las prácticas científicas de indagación (mencionada por 2 docentes), o de argumentación.

## Percepción sobre las características de los simuladores

En último lugar, se analizan las percepciones del profesorado en torno a las características intrínsecas de los simuladores que los posibilitan como herramienta para el trabajo de las ciencias en el aula. Las dimensiones en las que se han clasificado las percepciones son: "Acceso a las TIC y conexión a la red"; la "Interfaz" del simulador; y "otras características". Los resultados se muestran en la Tabla 4.

**Tabla 4**

*Dimensión, categorías, frecuencia y citas en la percepción sobre los simuladores*

<b>Dimensión</b>	<b>Categorías</b>	<b>D</b>	<b>Ejemplos de citas</b>	<b>f</b>
<b>Acceso a las TIC y conexión a la red</b>	Solo hay un ordenador disponible para ello.	D2, D9	D2: "solo hay un ordenador y no todos podrán participar".	2
	El alumnado no tiene dispositivos para trabajar las simulaciones en sus hogares.	D4	D4: "solo tienen los móviles y no pierden el tiempo".	1
	No todos los sistemas operativos son válidos.	D3, D11	D3: "a veces pueden no funcionar con todos los sistemas operativos".	2
	La conexión en los centros es demasiado lenta para su uso.	D2	D2 "la conexión es muy inestable".	1
<b>Interfaz</b>	La interfaz debe ser sencilla, muy visual y con buenos gráficos.	D2; D3; D5; D6, D7, D9, D10	D2: "no debería ser demasiado difícil usarlo".	7
	Debe ser lo suficiente interactivo y las variables generen efectos evidentes.	D4; D5, D10	D5: "la modificación de las variables debe producir cambios muy claros en la simulación".	3
<b>Otras características</b>	Debería representar fielmente el fenómeno que pretende mostrar.	D3, D7, D11	D7: "Debe representar fielmente la realidad".	3
	Debería incluir herramientas para analizar el trabajo del alumnado cuando lo manipula.	D4	D4: "debe incorporar una herramienta para que el docente pueda analizar los procesos y datos que encuentre el alumnado".	1
	Debería incluir la posibilidad de guardar los diseños experimentales realizados y compartir bancos de actividades.	D5, D11	D5: "se podrían crear bancos de actividades haciendo uso de las simulaciones".	2

En el análisis de la primera dimensión, los resultados muestran que el profesorado no percibe que el acceso a los medios técnicos sea un problema. El aspecto más

reseñable es la percepción de que la existencia general de un único ordenador por aula puede ser un problema y las posibles dificultades relacionadas con la validez de los sistemas operativos. La conexión a la red y la problemática asociada a la falta de recursos por parte del alumnado en sus hogares no es un factor relevante para el uso de los simuladores, ya sea porque prevén no usarlos fuera del aula o porque no creen que exista dicha problemática. Respecto a la interfaz de la simulación, los docentes perciben que la sencillez y claridad es un factor relevante para que su uso resulte de utilidad para el alumnado. También se considera relevante para su utilización que sea lo suficientemente interactiva y al mismo tiempo, que la modificación de las variables implique cambios visibles para el alumnado.

En relación a la posibilidad de incluir otras características, hay docentes que reiteran que los simuladores deben representar de forma fiel la realidad del fenómeno a simular. Por otro lado, se identifican necesidades en los docentes en las funciones que ofrecen los simuladores. Asociadas a la función intrínseca de los mismos, se requiere que los simuladores incorporen herramientas para registrar el trabajo que el alumnado realiza con los mismos y que a su vez, el docente pueda tener acceso a ellos para poder evaluar. También se expone la mejora que supondría incluir simuladores en los que se puedan diseñar actividades de aprendizaje que queden registradas y al mismo tiempo, generándose así un banco de actividades al que poder acceder.

## **Conclusiones**

Una vez analizados los resultados obtenidos se puede concluir sobre la pregunta de investigación planteada al inicio de este trabajo: ¿cuáles son las percepciones del profesorado sobre el uso de simuladores en el aula de ciencias tras recibir formación específica?

En relación a las percepciones del profesorado en cuanto al proceso de aprendizaje del alumnado, el profesorado participante en esta investigación destaca que el uso de simuladores en la clase de ciencias es una herramienta capaz de mejorar el aprendizaje del alumno en cualquiera de las etapas educativas. Esta mejora del aprendizaje se basa en un aumento de la motivación (Banda & Nzabahimana, 2021), ayuda a la construcción de modelos de conocimiento (Venkataraman, 2009; Zucker & Hug, 2008), facilita el aprendizaje de conceptos abstractos y desarrolla habilidades propias de las prácticas científicas de indagación y argumentación (López et al., 2017; Pedaste et al., 2015). Sin embargo, cabe destacar que el profesorado muestra la percepción de que el alumnado pueda confundir el simulador con un juego y no darle el uso adecuado o bien, creer que el uso de esta herramienta pueda sustituir a la experimentación manipulativa (Garófalo et al., 2016). Es necesario, por lo tanto, mantener el mensaje de que los simuladores no deben sustituir la experimentación real, para evitar que los docentes dejen de utilizarlos con el argumento de evitar problemas asociados a la falta de uso de los laboratorios y la experimentación real.

Ningún docente percibe que el uso de simuladores pueda entorpecer la construcción de modelos de conocimiento. Se puede concluir, que una de las causas del limitado uso de los simuladores en el aula de ciencias no se debe a una percepción

negativa del profesorado frente al aprendizaje del alumnado, sino a las dificultades que el propio docente encuentra en su uso (De Pro Bueno et al., 2022; Rodríguez-García et al., 2018). Esto podría servir para incluir en los programas de capacitación, el uso de los simuladores e intentar resolver así las dificultades del profesorado ante el uso de los mismos.

En relación a las percepciones del profesorado en cuanto al proceso de enseñanza (considerando este como un proceso articulado didácticamente para facilitar conocimientos, ya sean contenidos o procedimientos, y ofrecer acciones mediadoras de aprendizajes al alumnado según Barcia & Carvajal, 2015) y las posibilidades didácticas de los simuladores, la percepción mayoritaria es que el uso de estos recursos virtuales facilita el proceso de enseñanza y el diseño de secuencias didácticas. Estos resultados, en concordancia con la bibliografía revisada, muestran los posibles beneficios de los simuladores en cuanto al ahorro de tiempo y la posibilidad de solucionar la carencia de materiales, en comparación con la experimentación real llevada a cabo en el laboratorio (Infante, 2014). No obstante, se identifica como dificultad el conocimiento de simuladores para temáticas concretas y el tiempo que se ha de invertir para su búsqueda y para la preparación de secuencias, por lo que creen que perderían mucho tiempo en formarse de manera autónoma (De Pro Bueno et al., 2022). Esto implica que es necesario que programas de formación como el propuesto, se sigan implementando y que, por otro lado, se incorporen materiales que vinculen conocimientos concretos con simuladores específicos para ello y al mismo tiempo, se ofrezca la posibilidad de incluir actividades en las que se haga uso de los mismos y que sirvan de punto de análisis para futuras investigaciones.

Los resultados recogidos muestran una preocupación planteada en torno a la evaluación. Se plantean si al trabajar en el aula a través de simuladores, los docentes deberían evaluar los aprendizajes por medio de la misma herramienta. Entendemos esto como un punto de partida que puede abrir la posibilidad de evaluar los aprendizajes en el aula de ciencias más allá de lo demostrado en un examen teórico. Por último, los docentes creen que esta herramienta puede tener múltiples usos en el aula como, por ejemplo, para realizar actividades de indagación guiada, para demostraciones o para llevar a cabo experimentación combinada con otra manipulativa en laboratorio (Amadeu & Leal, 2013; Ortiz & Piña, 2018).

Estas percepciones del profesorado en activo, sin diferenciar etapa educativa en la que desarrollan su labor, ni diferenciar si han usado simuladores antes de la formación, indican una predisposición a utilizar dicha herramienta en el aula de ciencias, siempre y cuando tengan acceso fácil y directo a simuladores concretos y puedan recibir formación específica para usarlos en el aula.

La presente investigación se llevó a cabo en el contexto de un estudio de caso, por lo que la muestra de análisis no permite la generalización de los resultados más allá del marco teórico que permite la fundamentación del estudio de caso. Por otro lado, este estudio podría ampliarse en un futuro, utilizando instrumentos adicionales para el análisis de las percepciones de los docentes.

En conclusión, en este estudio se querían analizar las percepciones generales del profesorado ante el uso de simuladores en las aulas de ciencias. Se puede concluir que

perciben los simuladores como una herramienta con beneficios educativos claros y concretos como los descritos, pero antes y durante el uso de dicha herramienta en el aula, hay que tener presentes puntualizaciones que le permitan darle el uso adecuado. En general, se percibe motivación ante el uso de simuladores, pero indican como fundamental tener una formación básica antes de su implementación en las aulas, que además de orientar su docencia, reduzca el tiempo que invierten en la búsqueda de recursos docentes.

### **Agradecimientos**

Los autores agradecemos a nuestro grupo de investigación BEAGLE (S27-23R), de referencia en la Universidad de Zaragoza y al Instituto IUCA a los que todos los autores pertenecemos. También agradecemos al proyecto de investigación Nacional PID2021-1236150A-100, su apoyo en esta investigación.

### **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**

Todos los autores de esa publicación han participado en el trabajo de investigación con el mismo alcance.

## **Referencias**

- Adúriz-Bravo, A. y Ariza, Y. (2014). Una caracterización semanticista de los modelos científicos para la ciencia escolar. *Bio-grafía: escritos sobre la biología y su enseñanza*, 7(13), 25-34. <https://doi.org/10.17227/20271034>
- Ajredini, F., Izairi, N. y Zajkov, O. (2014). Real Experiments versus Phet Simulations for Better High-School Students' Understanding of Electrostatic Charging. *European Journal of Physics Education*, 5(1), 59. <https://doi.org/10.20308/ejpe.38416>
- Alessi, S.M. y Trollip, S.R. (2001). *Multimedia for Learning: Methods and Development* (3rd ed.). Allyn & Bacon.
- Alzugaray, G.E., Carreri, R.A. y Marino, L.A. (2009). *Aportes del laboratorio virtual al aprendizaje del campo y potencial eléctrico*. Memorias de la XVI Reunión Nacional de Educación en la Física. San Juan, Argentina. <http://dea.unsj.edu.ar/said/FILES/p70.pdf>
- Amadeu, R. y Leal, J.P. (2013). Ventajas del uso de simulaciones por ordenador en el aprendizaje de la Física. *Enseñanza de las Ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 31(3), 177-188. <https://doi.org/10.5565/rev/ec/v31n3.765>
- Ardura, D. y Zamora, A. (2014). ¿En qué medida utilizan los estudiantes de Física de Bachillerato sus propios errores para aprender? Una experiencia de autorregulación en el aula de secundaria. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 253-268. <http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1067>

- Baek, Y., Jung, J. y Kim, B. (2008). What makes teachers use technology in the classroom? Exploring the factors affecting facilitation of technology with a Korean sample. *Computers & Education*, 50(1), 224-234. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.05.002>
- Banda, H.J. y Nzabahimana, J. (2021). Effect of integrating physics education technology simulations on students' conceptual understanding in physics: A review of literature. *Physical review physics education research*, 17(2), 023108. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.17.023108>
- Bang, E. y Luft, J.A. (2013). Secondary science teachers' use of technology in the classroom during their first 5 years. *Journal of Digital Learning in Teacher Education*, 29(4), 118-126. <https://doi.org/10.1080/21532974.2013.10784715>
- Barcia Menendez, J.J. y Carvajal Zambrano B.T. (2015). El proceso de enseñanza aprendizaje en la educación superior. *Revista electrónica formación y calidad educativa (REFCaIE)*, 3(3) 139-154.
- Blanco-López, A., Martínez-Peña, B. y Jiménez-Liso, M.R. (2018). ¿Puede la investigación iluminar el cambio educativo? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 2(2), 15-28. <https://doi.org/10.17979/arec.2018.2.2.4612>
- Bo, W.V., Fulmer, G.W., Lee, C.K.E. y Chen, D.T.V. (2018). How Do Secondary Science Teachers Perceive the Use of Interactive Simulations? The Affordance in Singapore Context. *J. Sci. Educ. Technol.*, 27, 550-565.. <https://doi.org/10.1007/s10956-018-9744-2>
- Brandl, K. (2005). Are you ready to Moodle? *Language Learning & Technology*, 9(2), 16-23.
- Brenner, A.M. y Brill, J.M. (2016). Investigating practices in teacher education that promote and inhibit technology integration transfer in early career teachers. *TechTrends*, 60(2), 136-144. <https://doi.org/10.1007/s11528-016-0025-8>.
- Cabero-Almenara, J. y Costas, J. (2016). La utilización de simuladores para la formación de los alumnos. *Prisma Social*, 17, 343-372.
- Campbell, T. y Oh, P.S. (2015). Engaging students in modelling as an epistemic practice of science: An introduction to the special issue of the journal of science education and technology. *Journal of Science Education and Technology*, 24(2), 125-131. <https://doi.org/10.1007/s10956-014-9544-2>.
- Cataldi, Z., Lage, F. J. y Dominighini, C. (2013). Fundamentos para el uso de simulaciones en la enseñanza. *Revista de informática educativa y medios audiovisuales*, 10(17), 8-16.
- Casillas, M. y Ramírez Martinell, A. (2021). *Saberes digitales en la educación. Una investigación sobre el capital tecnológico incorporado de los agentes de la educación*. Brujas.
- Chang, K.E., Chen, Y.L., Lin, H.Y. y Sung, Y.T. (2008). Effects of learning support in simulation-based physics learning. *Computers & Education*, 51(4), 1486-1498. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2008.01.007>
- Coll, C., Mauri, T. y Onrubia, J. (2008). La utilización de las tecnologías de la información y la comunicación en la educación: Del diseño tecno-pedagógico a las prácticas de uso. En C. Coll, y C. Monereo (Eds.), *Psicología de la educación virtual*. Aprender

- y enseñar con las tecnologías de la información y la comunicación. Ediciones Morata.
- Contreras-Gelves G.A. y Carreño Moreno P. (2012). Simuladores en el ámbito educativo: un recurso didáctico para la enseñanza. *INGENIUM Revista de la Facultad de Ingeniería* 13(25), 107-119. <https://doi.org/10.21500/01247492.1313>
- Della costa, G.M. y Ocelli, M. (2020). Análisis de simulaciones computacionales para la enseñanza del modelo de evolución biológica por selección natural. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 17(2), 2201. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensin divulg cienc.2020.v17.i2.2201>
- De Pro Bueno, A., de Pro Chereguini, C. y Cantó Doménech, J. (2022). Cinco problemas en la formación de maestros y maestras para enseñar ciencias en Educación Primaria. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 97(36.1), 185-202. <https://doi.org/10.47553/rifop.v97i36.1.92510>
- Diederer, J., Gruppen, H., Hartog, R.J.M. y Voragen, A.G.J. (2005). Design and Evaluation of Digital Learning Material to Support Acquisition of Quantitative Problem-Solving Skills Within Food Chemistry. *J. Sci. Educ. Technol.*, 14, 495-507. <https://doi.org/10.1007/s10956-005-0224-0>
- Dori, Y.J. y Barak, M. (2001). Virtual and physical molecular modelling: Fostering model perception and spatial understanding. *Educational Technology & Society*, 4(1), 61-74.
- Fereday, J. y Muir-Cochrane, E. (2006). Demonstrating Rigor Using Thematic Analysis: A Hybrid Approach of Inductive and Deductive Coding and Theme Development. *International Journal of Qualitative Methods*, 5(1), 80-92. <https://doi.org/10.1177/160940690600500107>
- Fernández-Cesar, R. y Aguirre-Pérez, C. (2012) ¿Mejoran las simulaciones en los laboratorios de química el aprendizaje de los alumnos? Percepciones de alumnos universitarios de primer curso de Química General. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 10(1), 47-65. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2793>
- Foresman, J.B. y Frisch, M.J. (1996). Exploring Chemistry with Electronic Structure Methods, Gaussian. Inc., Pittsburgh, PA.
- Fraenkel, J. R., Wallen, N. E. y Hyun, H. H. (2012). *How to design and evaluate research in education (8th ed.)*. McGraw-Hill.
- Garófalo, S. J., Chemes, L. B. y Alonso, M. (2016). Propuesta didáctica de enseñanza con simulaciones para estudiantes del profesorado en Ciencias Biológicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14. <http://dx.doi.org/10.25267/Rev Eureka ensin divulg cienc.2016.v13.i2.09>
- Giere, R.N. (2005). *Scientific Realism: Old and new problems*. Erkenntnis.
- Gómez Crespo, M.A., Cañas Cortazar, A.M., Gutiérrez Julián, M.S. y Martín-Díaz, M.J. (2014). Ordenadores en el aula: ¿estamos preparados los profesores? *Enseñanza de las Ciencias*, 32(2), 239-250. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.939>
- Guzmán Duque, A.P. y del Moral Pérez, M.E. (2018). Percepción de los universitarios sobre la utilidad didáctica de los simuladores virtuales en su formación. Pixel-

- Bit, *Revista de Medios y Educación*, 53, 41-60. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.03>
- Hennessy, S., Wishart, J., Whitelock, D., Deane, R., Brawn, R., La Velle, L., McFarlane, A., Ruthven, K. y Winterbottom, M. (2007). Pedagogical approaches for technology-integrated science teaching. *Computers & Education*, 48(1), 137-152. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.02.004>
- Hernández Infante, R.C. e Infante Miranda, M.E. (2017). Aproximación al proceso de enseñanza-aprendizaje desarrollador. *UNIANDÉS EPISTEME: Revista de Ciencia, Tecnología e Innovación*, 4(3), 365-375.
- Howard, S.K., Chan, A. y Caputi, P. (2015). More than beliefs: Subject areas and teachers' integration of laptops in secondary teaching. *British Journal of Educational Technology*, 46(2), 360-369. <https://doi.org/10.1111/bjet.12139>
- Inan, F.A. y Lowther, D.L. (2010). Factors affecting technology integration in K-12 classrooms: A path model. *Educational Technology Research and Development*, 58(2), 137-154. <https://doi.org/10.1007/s11423-009-9132-y>
- Infante Jiménez, C. (2014). Propuesta pedagógica para el uso de laboratorios virtuales como actividad complementaria en las asignaturas teórico-prácticas. *Revista mexicana de investigación educativa*, 19(62), 917-937.
- Jaakkola, T., Nurmi, S. y Veermans, K. (2011). A comparison of students' conceptual understanding of electric circuits in simulation only and simulation-laboratory contexts. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(1), 71-93. <https://doi.org/10.1002/tea.20386>
- Khan, S. (2008). What if scenarios for testing student models in chemistry. In J. Clement & M. A. Ramirez (Eds.), *Model based learning and instruction in science*. Springer.
- Khan, S. (2011). New pedagogies on teaching science with computer simulations. *Journal of Science Education and Technology*, 20(3), 215-232. <https://doi.org/10.1007/s10956-010-9247-2>
- Kiboss, J.K. (2002). Impact of a Computer-Based Physics Instruction Program on Pupils' Understanding of Measurement Concepts and Methods Associated with School Science. *Journal of Science Education and Technology*, 11, 193-198. <https://doi.org/10.1023/A:1014673615275>
- Kopcha, T.J. (2012). Teachers' perceptions of the barriers to technology integration and practices with technology under situated professional development. *Computers & Education*, 59(4), 1109-1121. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.05.014>
- López M. y Morcillo J. (2007). Las TIC en la enseñanza de la Biología en la educación secundaria: los laboratorios virtuales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las ciencias*, 6(3), 562-576.
- López Guerrero, M. del M., López Guerrero, G. y Rojano Ramos, S. (2018). Uso de un simulador para facilitar el aprendizaje de las Reacciones de Óxido-Reducción. Estudio de caso en la Universidad de Málaga. *Educación Química*, 29(3), 79. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.3.63728>
- López Simó, V., Couso, D., Simarro Rodríguez, C., Garrido Espeja, A., Grimalt-Álvaro, C., Hernández Rodríguez, M.I. y Pintó, R. (2017). El papel de las TIC en la enseñanza

- de las ciencias en secundaria desde la perspectiva de la práctica científica. *Enseñanza de las Ciencias, (Extra)*, 0691-698.
- Martín, J.I. y Galván, J.J.M. (2019). PhET, simulaciones interactivas para Ciencias y Matemáticas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 95, 82-83.
- McElhaney, K.W. y Linn, M. C. (2011). Investigations of a complex, realistic task: Intentional, unsystematic, and exhaustive experimenters. *Journal of Research in Science Teaching*, 48(7), 745-770. <https://doi.org/10.1002/tea.20423>
- Miles, M.B. y Huberman, A.M. (1994). *Qualitative data analysis: A sourcebook*. Sage Publications.
- Minner, D.D., Levy, A. J. y Century, J. (2010). Inquiry-based science instruction—What is it and does it matter? Results from a research synthesis years 1984 to 2002. *Journal of Research in Science Teaching*, 47(4), 474-496. <https://doi.org/10.1002/tea.20347>.
- Montenegro, M.R., Pandiella, S. y Benegas, J. (2015). Física en tiempo real y simulación (PHET): una experiencia exitosa de aprendizaje activo en circuitos eléctricos en la escuela secundaria. *Anuario Digital de Investigación Educativa*, 26.
- Occelli M. y García Romano L. (2018). Las simulaciones en la enseñanza de la Biología. *Docentes conectados*, 1(1), 3-16.
- Occelli M., Malin Vilar T. (2018). Capítulo 13: Los videojuegos ¿un problema de distracción o una oportunidad para aprender? En M. Occelli, L. Garcia Romano, N. Valeiras, M. Quintanilla (Comp.), *Las tecnologías de la información y la comunicación como herramientas mediadoras de los procesos educativos. Volumen I: Fundamentos y Reflexiones*. Bellaterra Ltda.
- Ortiz F. y Piña C. (2018). Estrategia tecno-didáctica para la solución de problemas de genética en estudiantes de educación a distancia. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*. 15(2), 2301. <https://doi.org/10.25267/Rev Eureka ensin divulg cienc.2018.v15.i2.2301>
- Osborne, J. (2014). Teaching Scientific Practices: Meeting the Challenge of Change. *Journal of Science Teacher Education*, 25(2), 177-196. <https://doi.org/10.1007/s10972-014-9384-1>
- Pedaste, M., Mäeots, M., Siiman, L.A., De Jong, T., Van Riesen, S.A.N., Kamp, E.T., Manoli, C.C., Zacharia, Z.C. y Tsourlidaki, E. (2015). Phases of inquiry-based learning: Definitions and the inquiry cycle. *Educational research review*, 14, 47-61. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2015.02.003>
- Pelgrum, W.J. (2001). Obstacles to the integration of ICT in education: Results from a worldwide educational assessment. *Computers & Education*, 37(2), 163-178. [https://doi.org/10.1016/S0360-1315\(01\)00045-8](https://doi.org/10.1016/S0360-1315(01)00045-8)
- Perkins, D. (2010). *El aprendizaje pleno. Principios de la enseñanza para transformar la educación*. Paidós.
- Pessanha M., Pietrocola M. y Couso D. (2013). Obstáculos epistemológicos no estudo de modelos atômicos com o uso de simulações computacionais. Em *XX Simpósio Nacional de Ensino de Física*. São Paulo.
- Piscitelli, A. (2009). Nativos e inmigrantes digitales: una dialéctica intrincada pero indispensable. *Los desafíos de las TIC para el cambio educativo*, 71.

- Pontes, A. (2005) Aplicaciones de las tecnologías de la información y de la comunicación en la educación científica. Primera parte: funciones y recursos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(1), 2-18. <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/3930>
- Pringle, R.M., Dawson, K. y Ritzhaupt, A.D. (2015). Integrating science and technology: Using technological pedagogical content knowledge as a framework to study the practices of science teachers. *Journal of Science Education and Technology*, 24(5), 648-662.
- Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, de 2 de marzo de 2022, 2022-3296.
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, de 30 de marzo de 2022, 41571-41789.
- Reis, S.A. y Santos, F. (2016). In-Service Education of Science Teachers: Virtual Simulators as a Resource for Experimental Work. *Revista electrónica interuniversitaria de formación del profesorado*, 19(2), 209-220. <https://doi.org/10.6018/reifop.19.2.253691>
- Riveros, V. y Mendoza, M.I. (2005). Bases teóricas para el uso de las TIC en educación. *Encuentro Educativo*, 12(3), 315-336.
- Rodríguez-García, A. M., Reche, M. P. C. y García, S. A. (2018). La competencia digital del futuro docente: Análisis bibliométrico de la productividad científica indexada en Scopus The digital competence of the future teacher: Bibliometric analysis of scientific productivity indexed in Scopus. *International Journal of Educational Research and Innovation*, 10, 317-333.
- Romero Ariza, M. y Quesada Armenteros, A. (2014). Nuevas tecnologías y aprendizaje significativo de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(1), 0101-115. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.433>
- Sandoval, W.A. y Reiser, B.J. (2004). Explanation-driven inquiry: Integrating conceptual and epistemic scaffolds for scientific inquiry. *Science education*, 88(3), 345-372. <https://doi.org/10.1002/sce.10130>
- Schrum, L. (1999). Technology professional development for teachers. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 83-90.
- Schwarz, C.V. (2009). Developing preservice elementary teachers' knowledge and practices through modelling-centered scientific inquiry. *Science Education*, 93(4), 720-744. <https://doi.org/10.1002/sce.20324>
- Schwarz, C.V. y Gwekwerere, Y.N. (2007). Using a guided inquiry and modelling instructional framework (EIMA) to support preservice K-8 science teaching. *Science Education*, 91(1), 158-186. <https://doi.org/10.1002/sce.20177>
- Shakir, M. (2002), The selection of case studies: strategies and their applications to IS implementation case studies, *Research Letters in the Information and Mathematical Sciences*, 3, 69-77.
- Simons, H. (2011). *El estudio de caso*. Teoría y práctica. Morata.

- Smetana, L.K. y Bell, R.L. (2012). Computer Simulations to Support Science Instruction and Learning: A critical review of the literature. *International Journal of Science Education*, 34(9), 1337–1370. <https://doi.org/10.1080/09500693.2011.605182>
- Strudler, N. y Wetzell, K. (1999). Lessons from exemplary colleges of education: Factors affecting technology integration in preservice programs. *Educational Technology Research and Development*, 47(4), 63–81.
- Tavares, D.B.L. y Martínez, J.O. (2017). Clases Interactivas Demostrativas con el uso de simulaciones PhET para Mecánica en Preparatoria. *Latin-American Journal of Physics Education*, 11(2), 1-10.
- Torres-Zúñiga, V. (2011). Aplicación de weblogs para incrementar el aprendizaje sobre termodinámica a nivel preuniversitario. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(1), 71-83. [http://dx.doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2011.v8.i1.06](http://dx.doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2011.v8.i1.06)
- Trindade, J., Fiolhais, C. y Almeida, L. (2002). Science learning in virtual environments: A descriptive study. *British Journal of Educational Technology*, 33(4), 471-488. <http://dx.doi.org/10.1111/1467-8535.00283>
- Valverde-Crespo, D., De Pro, A. y González-Sánchez, J. (2018). La competencia informacional digital en la enseñanza y aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria obligatoria actual: una revisión teórica. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(2), 2015. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2018.v15.i2.2105](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i2.2105)
- Venkataraman, B. (2009). Visualization and interactivity in the teaching of chemistry to science and non-science students. *Chemistry Education Research and Practice*, 10(1), 62-69. <http://dx.doi.org/10.1039/b901462b>
- Vidal Ledo, M.J., Avello Martínez, R., Rodríguez Monteagudo, M.A. y Menéndez Bravo, J.A. (2019). Simuladores como medios de enseñanza. *Educación Médica Superior*, 33(4), 37-49.
- Wozney, L., Venkatesh, V. y Abrami, P. C. (2006). Implementing compute technologies: Teachers' perceptions and practices. *Journal of Technology and Teacher Education*, 14(1), 173.
- Wu, H.K. y Huang, Y.L. (2007). Ninth-grade student engagement in teacher-centered and student-centered technology-enhanced learning environments. *Science Education*, 91(5), 727–749. <https://doi.org/10.1002/sce.20216>
- Yerdelen-Damar, S., Boz, Y. y Aydın-Günbatar, S. (2017). Mediated effects of technology competencies and experiences on relations among attitudes towards technology use, technology ownership, and self-efficacy about technological pedagogical content knowledge. *Journal of Science Education and Technology*, 26(4), 394–405.
- Zhang, B., Liu, X. y Krajcik, J.S. (2006). Expert models and modelling processes associated with a computer-modelling tool. *Science Education*, 90(4), 579–604. <https://doi.org/10.1002/sce.20129>
- Zucker, A.A. y Hug, S.T. (2008). Teaching and learning physics in a 1:1 laptop school. *Journal of Science Education and Technology*, 17(6), 586-594. <http://dx.doi.org/10.1007/s10956-008-9125-3>

## Hábitos lectores del profesorado de Educación Primaria en formación inicial, con perspectiva de género

Lucía MIRETE  
Encarna BAS-PEÑA  
Javier J. MAQUILÓN

### Datos de contacto:

Lucía Mirete  
Universidad de Alicante  
[lucia.mirete@ua.es](mailto:lucia.mirete@ua.es)

Encarna Bas-Peña  
Universidad de Murcia  
[ebas@um.es](mailto:ebas@um.es)

Javier J. Maquilón  
Universidad de Murcia  
[jjmaqui@um.es](mailto:jjmaqui@um.es)

Recibido: 06/09/2022  
Aceptado: 24/09/2022

### **RESUMEN**

El profesorado de Educación Primaria ha de fomentar la lectura entre su alumnado, y es una competencia específica que ha de adquirir durante su formación inicial. La digitalización de la lectura, producida por el rápido avance de las tecnologías de la información y la comunicación, ha supuesto una transformación de los hábitos lectores, a la que el profesorado no puede ser ajeno. Los estereotipos de género del profesorado de Educación Primaria tienen un efecto indirecto sobre el autoconcepto, motivación y rendimiento lector de su alumnado. El objetivo de este estudio fue analizar el hábito lector de profesorado de Educación Primaria en formación, así como la influencia del género, en el contexto de la Universidad de Murcia. Para ello, se empleó un método de investigación cuantitativo no experimental, de corte transversal. La muestra, representativa de la población de la que provenía, estuvo formada por 209 estudiantes del grado de Educación Primaria. La lectura en soporte digital mostró una frecuencia diaria. En el ámbito académico, la lectura en papel coexiste con la lectura digital. Fuera de este ámbito, la lectura digital se impone a la lectura en soporte papel. Se ha evidenciado una diferencia por motivo de género respecto a la lectura en soporte papel asociada al estudio. Es necesario incluir una formación en el fomento de la lectura, libre de sesgo machista, que dote de competencias digitales al profesorado, y no solo de formación literaria, por las características propias del medio digital.

**PALABRAS CLAVE:** Hábito lector; género; TIC; Educación Primaria; textos impresos.

## ***Reading habits of pre-service primary school teachers, with a gender perspective.***

### **ABSTRACT**

Primary school teachers have to encourage reading among their pupils, and this is a specific competence which they have to acquire during their initial training. The digitalisation of reading, brought about by the rapid advance of information and communication technologies, has led to a transformation in reading habits, to which teachers cannot be oblivious. The gender stereotypes of Primary School teachers have an indirect effect on the self-concept, motivation and reading performance of their pupils. The aim of this study was to analyse the reading habits of pre-service primary school teachers, as well as the influence of gender, in the context of the University of Murcia. For this purpose, a non-experimental, cross-sectional, quantitative research method was used. The sample, representative of the population from which it came, consisted of 209 students of the Primary Education degree. Digital reading showed a daily frequency. In the academic environment, reading on paper coexists with digital reading. Outside this environment, digital reading prevails over reading on paper. There is evidence of a gender gap with regard to paper-based reading associated with study. It is necessary to include training in the promotion of reading, free of gender bias, which equips teachers with digital skills, and not only literary training, due to the characteristics of the digital medium.

**KEYWORDS:** Reading habit; gender; ICT; Primary Education; printed texts.

### **Introducción**

La técnica lectora ha sido considerada como una herramienta transversal fundamental, necesaria para posibilitar el acceso al conocimiento y la información, tanto en el ámbito educativo como en la sociedad en general (Jiménez-Pérez, 2017). Con el hábito lector se adquiere la competencia lectora que permite alcanzar los objetivos educativos y el desarrollo integral de la persona (Ramos-Navas-Parejo et al., 2022). Por esta relevancia, fomentar la lectura se ha encontrado entre las competencias específicas que el alumnado del Grado en Educación Primaria ha de adquirir (Ministerio de Educación y Ciencia, 2007). De la misma manera, el fomento del hábito lector por parte de los centros educativos, diseñando acciones eficaces encaminadas a tal fin, ha sido uno de los principios pedagógicos que rigen la ordenación de las enseñanzas mínimas de la etapa de Educación Primaria (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022).

El hábito lector puede ser entendido como destreza que se adquiere con la práctica constante y repetida del acto lector. Así, dicho hábito está asociado a la frecuencia de la práctica lectora (Ramos-Navas-Parejo et al., 2020), pero también es entendido como actitud individual y positiva hacia los textos escritos (Larrañaga & Yubero, 2005). En

estudios universitarios, ha sido frecuente encontrar alumnado que no lee de forma voluntaria ni tienen hábito lector (Yubero & Larrañaga, 2015). Respecto al profesorado en formación, se ha evidenciado que tiene unos hábitos de lectura muy reducidos, son lectoras y lectores inmaduros, y la mayoría solamente lee bibliografía recomendada, enmarcada dentro de sus estudios (Larrañaga et al., 2008; Granado & Puig, 2014). Este hecho es relevante dado que el hábito lector del personal docente ha sido un factor predictivo sobre el interés por la lectura de su alumnado (Caldera et al., 2010), al producirse un efecto espejo, en el que el alumnado muestra interés por la lectura, al reconocer comportamientos lectores en sus maestras y maestros (Álvarez-Álvarez & Diego-Mantecón, 2019).

El uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) es un acto actualmente normalizado para el alumnado (Díaz-López et al., 2020). El hábito lector se ha visto afectado por el proceso de digitalización de la comunicación, modificando los sistemas de transmisión y recepción de la información, así como las reglas que rigen el acceso a la misma (Tabernero-Sala et al., 2020). La expansión de Internet ha supuesto una transformación de los hábitos lectores y la irrupción de nuevos perfiles lectores (Cordón, 2016). Proceso que se ha visto acelerado por la crisis sanitaria producida por la COVID-19 (European Commission, 2021).

El profesorado ha de recibir una formación didáctica, con perspectiva de género, en lectura que contemple las posibilidades y características diferenciadas de la lectura digital respecto a la de soporte impreso. Por ejemplo, las TIC en el aula de Primaria pueden ser utilizadas como un recurso de animación lectora (Trujillo-Torres et al., 2021), por el gran atractivo que tienen para el estudiantado de esta etapa educativa (Larrañaga, 2019; Ramos-Navas-Parejo, 2022). Además, los nuevos dispositivos de lectura: ordenador, libro electrónico, tablet o móvil, han introducido cambios en la propia naturaleza del texto (García-Roca, 2019). Mientras que la lectura en textos analógicos tiene un principio y fin fácilmente identificables, con una presentación recta y plana, en los dispositivos electrónicos, la lectura muestra una estructura fragmentada y no jerarquizada (Tabernero-Sala et al., 2020), y la información puede ser ampliada mediante enlaces que guían a otros textos a su vez (Vouillamoz, 2000).

El desarrollo de la competencia y hábito lector en el alumnado de Educación Primaria no ha sido ajeno al sesgo, en las creencias de su profesorado, que imponen los estereotipos sexistas. Estas creencias o normas sociales respecto al género han influido directamente en las expectativas que el profesorado de Educación Primaria posee sobre su alumnado, e indirectamente sobre su rendimiento (Muntoni & Retelsdorf, 2018). De esta forma, los estereotipos asociados al sexo han agravado la desigualdad entre mujeres y hombres (Prendes-Espinosa et al., 2020). Concretamente, el profesorado de Educación Primaria ha esperado que las niñas obtengan un rendimiento mayor en competencia lectora que los niños, porque la lectura está enmarcada dentro de las actividades consideradas femeninas (Nowicki & Lopata, 2017), y estas expectativas han favorecido el rendimiento de las niñas (Muntoni & Retelsdorf, 2018).

La igualdad entre hombres y mujeres, y la prohibición de cualquier tipo de discriminación por motivo de sexo, han sido derechos fundamentales sobre los que se han sustentado los pilares de nuestro ordenamiento jurídico a nivel nacional y

supranacional (Naciones Unidas, 1945 y 1948; Unión Europea, 2000; Cortes Generales, 1978). A pesar de ello, la desigualdad entre mujeres y hombres ha sido un fenómeno mundial (de la Rica & Rebollo-Sanz, 2020), agravada por la pandemia de COVID-19 (Foro Económico Mundial, 2021).

Ante esta realidad, la educación ha sido percibida como una herramienta poderosa para modificar estilos de vida y comportamientos (Morin, 2001). Por ello, tanto en la Ley Orgánica 1/2004, de 28 de diciembre, de Medidas de Protección Integral contra la Violencia de Género, en la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para igualdad efectiva de mujeres y hombres, y la Ley 15/2022, de 12 de julio, integral para la igualdad de trato y la no discriminación, se destacó el papel de la educación en la lucha de la discriminación y la desigualdad por motivo de sexo. También en el Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad, se ha señalado el “respeto a la igualdad de género” (Ministerio de Universidades, 2021, p. 119542) como principio rector, y valor democrático a incluir como competencia transversal, en el diseño de los planes de estudio de títulos universitarios oficiales.

Avanzar en el conocimiento del efecto del género sobre los hábitos lectores es una línea de investigación prioritaria, dado que los estereotipos de sexo del profesorado de Educación Primaria han definido sus expectativas, y estas han evidenciado un efecto causal sobre el autoconcepto, motivación y rendimiento lector de su alumnado (Retelsdorf et al., 2015), añadido al mandato legal, realizado a las instituciones educativas de luchar contra la discriminación y desigualdad por motivo de género (Ministerio de Educación y Formación Profesional, 2022; Ministerio de Universidades, 2021),

Por el papel decisivo que el profesorado de Educación Primaria en formación desempeñará en el fomento de la lectura en su alumnado, unido al imperativo social, educativo y normativo de ampliación del conocimiento respecto a la brecha de género, la presente investigación tuvo por objetivo general estudiar el hábito lector de profesorado de Educación Primaria en formación inicial, en la Universidad de Murcia, así como la influencia que tiene el género sobre dicho hábito lector.

El objetivo general enunciado se concretó en los siguientes objetivos específicos:

1. Describir el hábito lector respecto al soporte y la finalidad de la lectura a nivel global del profesorado de Educación Primaria en formación.
2. Analizar la influencia del género sobre el hábito lector, en relación al soporte y la finalidad de la lectura, de profesorado de Educación Primaria en formación.

## **Método**

### **Diseño**

Se eligió un método de investigación cuantitativo no experimental, de corte transversal. La modalidad de investigación empleada, de tipo encuesta, posibilita inferir relaciones entre las variables estudiadas sin realizar modificación alguna en las condiciones objeto de estudio.

Este método de investigación, de índole descriptivo e inferencial, permitió detallar características de un grupo poblacional, y realizar deducciones sobre la población de la que provenía la muestra (Hernández-Pina & Maquilón, 2010).

### **Población y muestra**

La población de la que se extrajo la muestra estuvo formada por el alumnado de primer curso del Grado de Educación Primaria de la Universidad de Murcia (España). El número de personas que componen la muestra es 209, y es representativa de la población a la que pertenecen, a un nivel de confianza del 95% y un margen de error máximo del 5%.

La edad de las personas participantes se repartió a lo largo de un rango que fue desde los 18 a los 39 años ( $M = 19.16$ ,  $Sd. = 2.48$ ). Respecto al sexo, 132 son mujeres, 65 son hombres y 12 personas no indicaron su sexo, por lo que fueron eliminadas para el análisis de datos.

El método de muestreo empleado fue no probabilístico por conveniencia, siguiendo el criterio de accesibilidad.

### **Instrumento**

En la recogida de información, se utilizó un cuestionario creado *ad hoc*. El alumnado había de contestar preguntas sobre la edad y el sexo, seguidas de cuatro cuestiones sobre sus hábitos lectores. Las preguntas sobre los hábitos lectores hacían referencia al soporte (digital o papel) y a la finalidad (académica o no), con formato tipo Likert. En estas cuatro preguntas, se podía elegir entre cinco opciones, según la frecuencia lectora (nunca, una o dos veces a la semana, tres o cuatro veces a la semana, cinco o seis veces a la semana o todos los días).

### **Procedimiento**

Para la recogida de datos, se contactó con el profesorado responsable de la docencia en los grupos que forman el primer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Murcia, para solicitar su autorización. Una vez obtenida la autorización, se acordó el día y la sesión docente en la que se llevaría a cabo la aplicación del cuestionario. En el momento de la aplicación, se proporcionó, a las personas participantes, una hoja con información de la investigación y el consentimiento informado, que firmaron y entregaron. Posteriormente, en la misma sesión, cumplieron los cuestionarios de forma anónima, individual y voluntaria. La investigación cuenta con el informe favorable de la Comisión de Ética de Investigación de la universidad de Murcia.

### **Análisis estadístico**

Para el análisis de datos se empleó el programa de análisis estadístico IBM SPSS Statistics package, versión 22. Por medio de este, se calcularon estadísticos

descriptivos, y la prueba de independencia chi-cuadrado de Pearson, por tratarse de una prueba adecuada para valorar la independencia de variables categóricas.

## Resultados

### Hábito lector global

Para dar respuesta al primer objetivo específico, se calcularon estadísticos descriptivos de los hábitos lectores del profesorado en formación, de forma global, según el soporte en el que se realizó la lectura y la finalidad (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Estadísticos descriptivos del hábito lector según el soporte y finalidad*

Variable	n	Media (Sd.)	Mediana
Frecuencia de lectura en dispositivos electrónicos para el estudio	209	4.44 (0.97)	5.0
Frecuencia de lectura en soporte papel para el estudio	209	3.71 (1.33)	4.0
Frecuencia de lectura en dispositivos electrónicos con finalidad distinta del estudio	209	3.98 (1.41)	5.0
Frecuencia de lectura en soporte papel con finalidad distinta del estudio	208	2.48 (1.22)	2.0

Se constató que el alumnado leía con una mayor frecuencia textos en soporte digital que textos en soporte papel, con motivo del estudio. Mediante la comparación de medianas, se comprueba una lectura diaria en soporte digital asociada al estudio, mientras que la mediana de la lectura de textos académicos en formato papel indica una frecuencia de cinco o seis días a la semana. Así mismo, se obtuvo una mediana que denotaba una lectura diaria en dispositivos electrónicos, si la finalidad no era académica. Sin embargo, la media de la frecuencia de lectura, en dispositivos electrónicos para el estudio, era mayor que la media de la frecuencia de lectura en dispositivos electrónicos, con una finalidad distinta al estudio. La frecuencia lectora más baja se obtuvo cuando el soporte era papel y la finalidad distinta al estudio, dado que tanto la media como la mediana señalaban una frecuencia de uno o dos días a la semana.

En la tabla de frecuencia de las variables objeto de estudio (Tabla 2), se confirma lo señalado. La lectura diaria es más habitual cuando se produce en soporte digital y asociado al estudio que en formato papel o con una finalidad distinta al estudio. Además, en la lectura en soporte papel y con una finalidad distinta a la académica, la frecuencia se concentra en uno o dos días a la semana. Cabe resaltar que un 19.1% del estudiantado no lee nunca en formato papel, si la finalidad es diferente al estudio.

**Tabla 2**

*Tabla de frecuencia del hábito lector según el soporte y finalidad*

Variable	Frecuencia a la semana (%)				
	Nunca	1 o 2	3 o 4	5 o 6	Siempre
Frecuencia de lectura en dispositivos electrónicos para el estudio	1 (0.5)	13 (6.2)	27 (12.9)	21 (10.0)	147 (70.3)
Frecuencia de lectura en soporte papel para el estudio	8 (3.8)	46 (22.0)	36 (17.2)	27 (12.9)	92 (44.0)
Frecuencia de lectura en dispositivos electrónicos con finalidad distinta del estudio	18 (8.6)	26 (12.4)	24 (11.5)	16 (7.7)	125 (59.8)
Frecuencia de lectura en soporte papel con finalidad distinta del estudio	40 (19.1)	90 (43.1)	43 (20.6)	9 (4.3)	26 (12.4)

En la Tabla 3, se recoge la contingencia de la frecuencia lectora en dispositivos electrónicos y en textos con soporte papel, cuando el motivo es académico. Las mayores frecuencias se encuentran en alumnado que siempre emplea dispositivos electrónicos y textos en soporte papel para la lectura académica (31.1%) y alumnado que, para el estudio, lee diariamente en dispositivos electrónicos y una o dos veces a la semana en soporte papel (14.8%).

**Tabla 3**

*Tabla de contingencia de lectura en dispositivos electrónicos y en soporte papel como apoyo en el estudio*

		Lectura en soporte papel para el estudio (%)				
		Nunca	1 o 2 veces	3 o 4 veces	5 o 6 veces	Siempre
Lectura en dispositivos electrónicos para el estudio (%)	Nunca	0 (-)	0 (-)	0 (-)	0 (-)	1 (0.5)
	1 o 2 veces	0 (-)	2 (1.0)	2 (1.0)	2 (1.0)	7 (3.3)
	3 o 4 veces	1 (0.5)	9 (4.3)	6 (2.9)	2 (1.0)	9 (4.3)
	5 o 6 veces	0 (-)	4 (1.9)	5 (2.4)	4 (1.9)	8 (3.8)
	Siempre	7 (3.3)	31 (14.8)	23 (11.0)	19 (9.1)	67 (32.1)

Para el estudio de la independencia de estas dos variables, se realizó la prueba chi-cuadrado de Pearson. El resultado obtenido ( $\chi^2_{gl.16} = 8.58$ ;  $p = .930$ ) indicó que no había relación entre la frecuencia de lectura en dispositivos electrónicos y en soporte papel como apoyo en el estudio.

En la Tabla 4, se presenta la contingencia de la frecuencia lectora en dispositivos electrónicos y en textos con soporte papel, con una finalidad distinta al estudio. Se

comprueba que el porcentaje más elevado corresponde a alumnado que siempre lee en dispositivos electrónicos y una a dos veces a la semana en soporte papel, si la finalidad es distinta al estudio (26.4%).

**Tabla 4**

*Tabla de contingencia de lectura en dispositivos electrónicos y en soporte papel con una finalidad distinta al estudio*

		Lectura en soporte papel con una finalidad distinta al estudio (%)				
		Nunca	1 o 2 veces	3 o 4 veces	5 o 6 veces	Siempre
Lectura en dispositivos electrónicos con una finalidad distinta al estudio (%)	Nunca	7 (3.4)	5 (2.4)	4 (1.9)	1 (0.5)	1 (0.5)
	1 o 2 veces	5 (2.4)	10 (4.8)	8 (3.8)	0 (-)	3 (1.4)
	3 o 4 veces	4 (1.9)	13 (6.3)	7 (3.4)	0 (-)	0 (-)
	5 o 6 veces	1 (0.5)	7 (3.4)	3 (1.4)	4 (1.9)	1 (0.5)
	Siempre	23 (11.1)	55 (26.4)	21 (10.1)	4 (1.9)	21 (10.1)

La relación entre la frecuencia lectora en dispositivos electrónicos y en soporte papel es estadísticamente significativa ( $\chi^2_{gl.16} = 34.51$ ;  $p = .005$ ), si la finalidad es distinta al estudio.

En el estudio de la contingencia de la frecuencia lectora en soporte papel asociada al estudio y con una finalidad distinta al estudio, se constató que el alumnado leía siempre textos en soporte papel con una finalidad académica y una o dos veces a la semana textos en papel con una finalidad distinta al estudio (17.8%), seguido de alumnado que leía una o dos veces textos en soporte papel independientemente de la finalidad (12.9%).

**Tabla 5**

*Tabla de contingencia de lectura en soporte papel en el estudio y con una finalidad distinta al estudio*

		Lectura en soporte papel para el estudio (%)				
		Nunca	1 o 2 veces	3 o 4 veces	5 o 6 veces	Siempre
Lectura en soporte papel con una finalidad distinta al estudio (%)	Nunca	3 (1.4)	7 (3.4)	12 (5.8)	4 (1.9)	14 (6.7)
	1 o 2 veces	0 (-)	27 (12.9)	15 (7.2)	11 (5.3)	37 (17.8)
	3 o 4 veces	4 (1.9)	5 (2.4)	6 (2.9)	8 (3.8)	20 (9.6)
	5 o 6 veces	0 (-)	1 (0.5)	0 (-)	2 (1.0)	6 (2.9)
	Siempre	0 (-)	6 (2.9)	3 (1.4)	2 (1.0)	15 (7.2)

Así mismo, se comprobó una relación estadísticamente significativa ( $\chi^2_{gl.16} = 28.00$ ;  $p = .032$ ) entre la lectura en papel con una finalidad académica y con otra finalidad distinta a esta.

### Hábito lector según el sexo

Se analizó la influencia del sexo sobre el hábito lector del profesorado de Educación Primaria en formación, para dar respuesta al objetivo número dos. Para ello, se elaboraron tablas de contingencia de cada una de las cuatro variables, que hacen referencia a la frecuencia lectora, según el sexo del estudiantado, y se valoró la independencia estadística de estas.

Respecto a la frecuencia lectora en soporte electrónico con una finalidad académica (Tabla 6 y Figura 1), se comprobó que la mayoría del alumnado (71.2% de mujeres y 67.7% de hombres) manifestó leer diariamente.

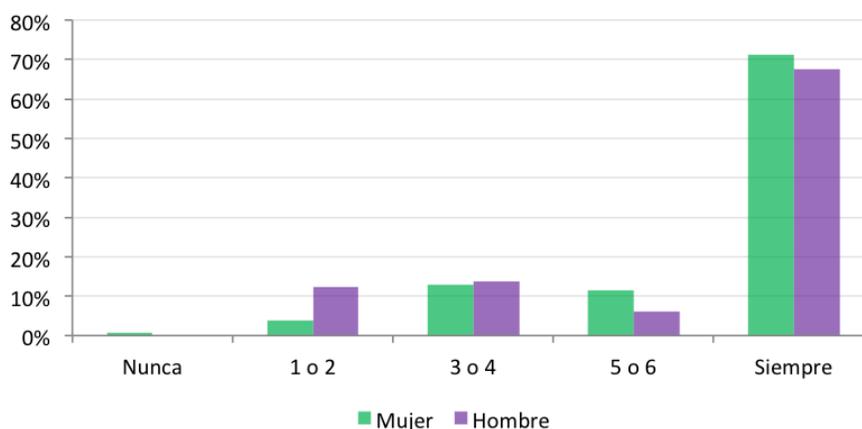
**Tabla 6**

*Tabla de contingencia de lectura en dispositivos electrónicos como apoyo en el estudio según el sexo*

Sexo		Frecuencia de lectura en dispositivos electrónicos para el estudio					Total
		Nunca	1 o 2 veces	3 o 4 veces	5 o 6 veces	Siempre	
Mujer	Recuento	1	5	17	15	94	132
	%	0.8	3.8	12.9	11.4	71.2	100.0
Hombre	Recuento	0	8	9	4	44	65
	%	-	12.3	13.8	6.2	67.7	100.0
Total	Recuento	1	13	26	19	138	197
	%	0.5	6.6	13.2	9.6	70.1	100

**Figura 1**

*Lectura en dispositivos electrónicos asociada al estudio según el sexo*



La prueba de independencia ( $\chi^2_{gl.4} = 6.62$ ;  $p = .158$ ) confirmó que el sexo no guardaba relación con la frecuencia lectora, en este soporte y finalidad.

La Tabla 7 y Figura 2, presenta la contingencia de la frecuencia lectora de textos en papel asociada al estudio y el sexo. Se desprende que la lectura de textos en soporte papel asociada al estudio es más frecuente en el caso de las mujeres (el 52.3% lee a diario) que en el de los hombres, donde el porcentaje más elevado se dio en una frecuencia de uno o dos días a la semana (29.2%).

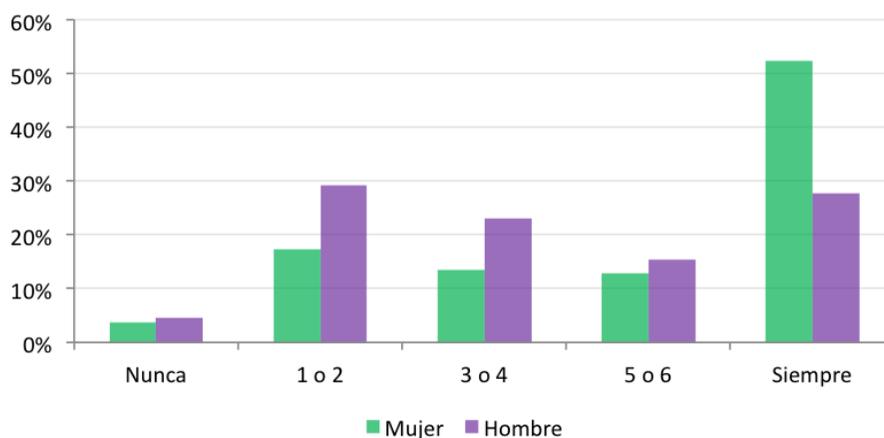
**Tabla 7**

*Tabla de contingencia de lectura de textos en soporte papel como apoyo en el estudio según el sexo*

Sexo		Frecuencia de lectura en soporte papel para el estudio					Total
		Nunca	1 o 2 veces	3 o 4 veces	5 o 6 veces	Siempre	
Mujer	Recuento	5	23	18	17	69	132
	%	3.8	17.4	13.6	12.9	52.3	100.0
Hombre	Recuento	3	19	15	10	18	65
	%	4.6	29.2	23.1	15.4	27.7	100.0
Total	Recuento	8	42	33	27	87	197
	%	4.1	21.3	16.8	13.7	44.2	100

**Figura 2**

*Lectura en soporte papel asociada al estudio según sexo*



El estudio de la independencia de las variables constató la relación entre el sexo y la frecuencia lectora de textos en soporte papel como apoyo al estudio ( $\chi^2_{gl.4} = 11.40$ ;  $p = .022$ ).

Se informó de una la lectura diaria en dispositivos electrónicos con una finalidad distinta al estudio, independientemente del sexo de las personas participantes (Tabla 8 y Figura 3).

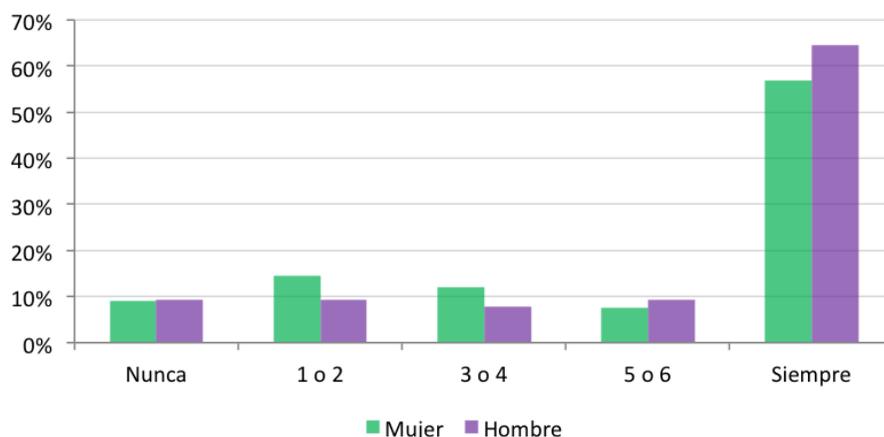
**Tabla 8**

*Tabla de contingencia de lectura en dispositivos electrónicos con una finalidad distinta al estudio según el sexo*

Sexo		Frecuencia de lectura en dispositivos electrónicos con una finalidad distinta del estudio					Total
		Nunca	1 o 2 veces	3 o 4 veces	5 o 6 veces	Siempre	
Mujer	Recuento	12	19	16	10	75	132
	%	9.1	14.4	12.1	7.6	56.8	100.0
Hombre	Recuento	6	6	5	6	42	65
	%	9.2	9.2	7.7	9.2	64.6	100.0
Total	Recuento	18	25	21	16	117	197
	%	9.1	12.7	10.7	8.1	59.4	100

**Figura 3**

*Lectura en dispositivos electrónicos con una finalidad distinta al estudio según el sexo*



De hecho, el estudio de independencia constató la independencia del sexo respecto a la frecuencia lectora en formato electrónico si la finalidad era distinta a la académica ( $\chi^2_{gl.4} = 2.31$ ;  $p = .679$ ).

Finalmente, se analizó la contingencia de la frecuencia lectora de textos en soporte papel con una finalidad distinta al estudio y el sexo del alumnado (Tabla 9 y Figura 4). En ambos grupos, la opción más frecuente fue una o dos veces a la semana.

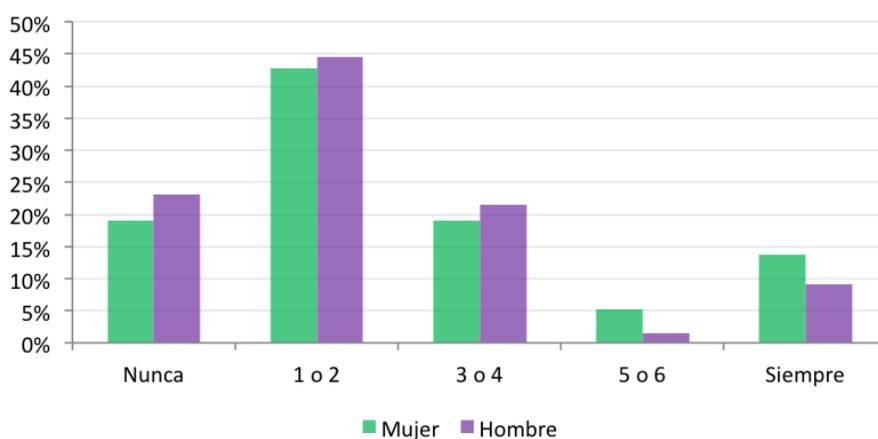
**Tabla 9**

*Tabla de contingencia de lectura en soporte papel con una finalidad distinta al estudio según el sexo*

Sexo		Frecuencia de lectura de textos en soporte papel con una finalidad distinta al estudio					Total
		Nunca	1 o 2 veces	3 o 4 veces	5 o 6 veces	Siempre	
Mujer	Recuento	25	56	25	7	18	131
	%	19.1	42.7	19.1	5.3	13.7	100.0
Hombre	Recuento	15	29	14	1	6	65
	%	23.1	44.6	21.5	1.5	9.2	100.0
Total	Recuento	40	85	39	8	24	196
	%	20.4	43.4	19.9	4.1	12.2	100

**Figura 4**

*Lectura en soporte papel con una finalidad distinta al estudio según sexo*



Mediante el cálculo de la prueba chi-cuadrado de Pearson, se comprobó la independencia de estas variables ( $\chi^2_{gl.4} = 2.77$ ;  $p = .597$ ).

## **Discusión y conclusiones**

Los resultados sobre los hábitos lectores respecto al soporte elegido mostraron que el alumnado del Grado de Educación Primaria lee diariamente en dispositivos electrónicos como apoyo en sus estudios. Este hallazgo va en la línea del comprobado en los estudios de Maden (2018) y Pinto et al. (2014). Sin embargo, a pesar de la coincidencia con los estudios recientes (Elche et al, 2021; Maden, 2018; Pinto et al.,

2014) el porcentaje de alumnado que manifestó leer en dispositivos electrónicos diariamente en el presente estudio (70.3%) es sensiblemente superior al constatado en el estudio de Elche et al. (2021), que equivalía a un 37.9% de alumnado del ámbito socioeducativo. En relación a la preferencia en el soporte de lectura, se verifica la transición de la lectura en soporte impreso hacia la lectura digital. La lectura en soporte digital muestra una frecuencia mayor que la lectura en papel, con independencia de la finalidad.

Una de las novedades de esta investigación reside en los perfiles desvelados respecto al formato y la finalidad de la lectura. Concretamente, dos perfiles de personas lectoras se han comprobado con una mayor frecuencia, uno formado por estudiantado que lee siempre en formato digital e impreso, perfil mayoritario cuando la finalidad es la académica, y otro, compuesto por estudiantado que lee siempre en formato digital y uno o dos días en soporte papel, si la finalidad es diferente al estudio. Por lo que, atendiendo a la necesidad manifestada por Cordón (2016) de esclarecer hasta que punto conviven la lectura en soporte digital o en soporte impreso o, por el contrario, rivalizan una con otra de forma excluyente. Con los resultados expuestos, se puede concluir que depende de la finalidad, dado que en el ámbito académico se observa frecuentemente la coexistencia de ambos soportes. Como exponen Elche et al. (2021), actualmente la lectura se produce en un soporte dual, impreso y digital, simultáneamente, y con una compleja diversidad respecto al formato de los textos.

El alumnado lee más frecuentemente con una finalidad académica que con otra finalidad. Este resultado coincide con el hallado por Álvarez-Álvarez y Diego-Mantecón (2019), según el cual, alumnado del Grado de Educación Primaria manifestó sentirse obligado a leer textos técnicos relacionados con sus estudios, careciendo de motivación para otro tipo de lectura, y con el estudio de Granado (2014), quien, también comprobó una mayor frecuencia lectora de libros académicos que literarios en alumnado de magisterio.

No se comprobó relación entre el sexo y la lectura en dispositivos electrónicos, coincidiendo con el estudio de Romero et al. (2017), quienes no encontraron indicios de brecha digital de género, y en contraste con lo obtenido por Pinto et al. (2014), que comprobaron que las mujeres de la Universidad de Granada leían más frecuentemente que los hombres en soporte digital.

Un hallazgo novedoso es la relación observada entre el sexo y la lectura en soporte papel como apoyo al estudio. Mientras que las mujeres manifiestan leer diariamente en soporte impreso cuando estudian, los hombres lo hacen de uno a dos días. Analizar qué factores explican esta diferencia, y el efecto sobre la adquisición de competencias, constituyen futuras líneas de investigación.

Es preciso diseñar las acciones formativas en los estudios universitarios en Educación Primaria, con perspectiva de género, de forma coherente respecto a las competencias profesionales que requerirá el futuro ejercicio docente (Elche & Yubero, 2019). Y en el diseño de actividades de animación lectora, es necesario que el futuro

profesorado de Primaria posea, además de una formación literaria actualizada, seleccionando las acciones que adecúen los intereses con las necesidades de su alumnado, una comprensión completa y crítica sobre los recursos digitales disponibles (Sancho-Gil et al., 2018), para guiar a su alumnado por el complejo universo que se abre gracias al desarrollo tecnológico, y eliminar los estereotipos sexistas.

El profesorado de Educación Primaria ha de recibir una formación en recursos TIC, por su papel motivador (Ramos-Navas-Parejo, 2022), pero también, tal y como se ha puesto de manifiesto en el presente estudio, porque la lectura en soporte digital, independientemente de la finalidad, es el medio en el que su alumnado se tendrá que desenvolver conforme avance a niveles educativos superiores. Su aprovechamiento, y que la lectura se realice de una forma segura y responsable (OCDE, 2019), dependerá en parte de la formación que el profesorado de Educación Primaria reciba.

Una de las limitaciones de este estudio es la amplitud de la población elegida, al pertenecer a una única universidad. Sería, por tanto, aconsejable replicar el estudio en otras universidades y comparar los resultados.

### ***Agradecimientos***

Agradecemos al profesorado y alumnado del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Murcia que participó en la recogida de datos, su disposición para colaborar en esta investigación.

### ***Conflicto de intereses***

Las autoras y el autor declaran no tener ningún conflicto de intereses.

### ***Contribuciones de los autores***

Este artículo forma parte de una Tesis Doctoral en desarrollo, realizada por la primera autora, correspondiendo la dirección a la segunda autora y al tercer autor. En la conceptualización del artículo han participado Javier J. Maquilón y Encarna Bas-Peña; en la metodología, Javier J. Maquilón y Lucía Mirete; el análisis de datos ha sido desarrollado por Lucía Mirete; la redacción del borrador original ha correspondido a Lucía Mirete; y la revisión y supervisión, a Javier J. Maquilón y Encarna Bas-Peña.

Las autoras y el autor declaran que han leído y aceptado la versión publicada del manuscrito.

### ***Referencias***

Álvarez-Álvarez, C., y Diego-Mantecón, J. M. (2019). ¿Cómo describen, analizan y valoran los futuros maestros su formación lectora? *Revista Complutense de Educación*, 30(4), 1083–1096. <https://doi.org/10.5209/rced.60082>

- Caldera, R., Escalante, D. y Terán, M. (2010). Práctica pedagógica de la lectura y formación docente. *Revista de Pedagogía*, 31(88), 15-37. <http://www.scielo.org.ve/pdf/p/v31n88/art02.pdf>
- Cordón, J. A. (2016). La investigación sobre lectura en el entorno digital. *Métodos de información*, 7(13), 243-264. <https://doi.org/10.5557/IIMEI7-N13-247268>
- Cortes Generales. (1978). Constitución Española. *Boletín Oficial del Estado*, número 311, de 29 de diciembre de 1978.
- de la Rica, S., y Rebollo-Sanz, Y. F. (2020). Brechas de género en competencias cognitivas y desempeño laboral: evidencia internacional a través de PIAAC. En S. Asensio-Merino (Coord.), *Mujeres y economía. La brecha de género en el ámbito económico y financiero* (pp. 60-93). Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital.
- Díaz-López, A., Maquilón-Sánchez J. J., y Mirete-Ruiz, A. B. (2020). Uso desadaptativo de las tic en adolescentes: perfiles, supervisión y estrés tecnológico. *Comunicar*, 28(64), 29-38. <https://doi.org/10.3916/C64-2020-03>
- Elche, M., y Yubero, S. (2019). La compleja relación de los docentes con la lectura: el comportamiento lector del profesorado de Educación Infantil y Primaria en formación. *Bordón. Revista de pedagogía*, 71(1), 31-45. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2019.66083>
- Elche, M., Yubero, S., y Larrañaga, E. (2021). Lectura en soportes impreso y digital: un estudio con jóvenes universitarios en España. *Íkala. Revista de Lenguaje y Cultura*, 26(2), 269-281. <https://doi.org/10.17533/udea.ikala.v26n2a01>
- European Commission (2021). *2030 Digital compass. The european way for the digital decade*. Publications Office of the European Union. <https://digital-strategy.ec.europa.eu/en/policies/digital-compass>
- Foro Económico Mundial. (2021). *Global Gender Gap Report 2021*. World Economic Forum. <https://www.weforum.org/reports/global-gender-gap-report-2021>
- García-Roca, A. (2019). La lectura digital como actividad social y creativa: los fanfictions de Harry Potter. En J. M. de Amo-Sánchez (Coord.), *Nuevos modos de lectura en la era digital* (pp. 75-96). Síntesis.
- Granado, C., y Puig, M. (2014). ¿Qué leen los futuros maestros y maestras? Un estudio del docente como sujeto lector a través de los títulos de libros que evocan. *Ocnos*, 11, 93-112. [https://doi.org/10.18239/ocnos\\_2014.11.05](https://doi.org/10.18239/ocnos_2014.11.05)
- Granado, C. (2014). Teachers as readers: a study of the reading habits of future teachers. *Culture and Education*, 26(1), 44-70. <https://doi.org/10.1080/11356405.2014.908666>
- Hernández-Pina, F., y Maquilón, J. J. (2010). Introducción a los diseños de investigación educativa. En S. Nieto (Ed.), *Principios, métodos y técnicas esenciales para la investigación educativa* (pp.109-126). Dykinson.

- Jiménez-Pérez, E. (2017). Lectura y educación en España: análisis longitudinal de las leyes educativas generales. *Investigaciones Sobre Lectura*, 8, 79-90. <https://doi.org/10.24310/revistaisl.vi8.10993>
- Larrañaga, E., y Yubero, S. (2005). El hábito lector como actitud. El origen de la categoría de “falsos lectores”. *Ocnos*, 1, 43-30. <https://doi.org/10.18239/ocnos.2005.01.04>
- Larrañaga, E., Yubero, S., y Cerrillo, P. C. (2008). *Estudio sobre los hábitos de lectura de los universitarios españoles*. CEPLI/FUNDACIÓN SM.
- Larrañaga, M. E. (2019). El desarrollo de la competencia lectora en una sociedad mediática. *Pedagogía social: revista interuniversitaria*, (33), 163-164. <https://recyt.fecyt.es/index.php/PSRI/article/view/69282/42992>
- Maden, S. (2018). Digital reading habits of pre-service Turkish language teachers. *South African Journal of Education*, 38(2), 1-12. <https://doi.org/10.15700/saje.v38ns2a1641>
- Ministerio de Educación y Ciencia (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 de Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, número 312, de 29 de diciembre de 2007.
- Ministerio de Educación y Formación Profesional. (2022). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, número 52, de 02 de marzo de 2022.
- Ministerio de Universidades. (2021). Real Decreto 822/2021, de 28 de septiembre, por el que se establece la organización de las enseñanzas universitarias y del procedimiento de aseguramiento de su calidad. *Boletín Oficial del Estado*, número 233, de 29 de septiembre de 2021.
- Morin, E. (2001). *Los siete saberes necesarios para la educación del futuro*. Paidós.
- Muntoni, F., y Retelsdorf, J. (2018). Gender-specific teacher expectations in reading-The role of teachers' gender stereotypes. *Contemporary Educational Psychology*, 54, 212-220. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2018.06.012>
- Naciones Unidas. (1945). *Carta de las Naciones Unidas*. <https://www.un.org/es/about-us/un-charter/full-text>
- Naciones Unidas. (1948). *La Declaración Universal de Derechos Humanos*. Naciones Unidas. <https://www.un.org/es/about-us/universal-declaration-of-human-rights>
- Nowicki, E. A., y Lopata, J. (2017). Children's implicit and explicit gender stereotypes about mathematics and reading ability. *Social Psychology of Education*, 20(2), 329-345.

- OCDE. (2019). *How's Life in the Digital Age?: Opportunities and Risks of the Digital Transformation for People's Well-being*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/9789264311800-en>
- Pinto, M., Pouliot, C., y Cordón-García, J. A. (2014). E-book reading among Spanish university students. *The Electronic Library*, 32(4), 473-492. <https://doi.org/10.1108/EL-05-2012-0048>
- Prendes-Espinosa, M. P., García-Tudela, P. A., y Solano-Fernández, I. M. (2020). Igualdad de género y TIC en contextos educativos formales: Una revisión sistemática. *Comunicar*, 63(28), 9-20. <https://doi.org/10.3916/C63-2020-01>
- Ramos-Navas-Parejo, M., Cáceres-Reche, M. P., Martínez-Domingo, J. A., y Berral-Ortiz, B. (2022). Estudio sobre la animación a la lectura en el alumnado de Educación Primaria en un contexto socialmente desfavorecido. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 98(36.2), 11-28. <https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.93922>
- Ramos-Navas-Parejo, M., Cáceres-Reche, M. P., Soler-Costa, R., y Marín-Marín, J. A. (2020). El uso de las TIC para la animación a la lectura en contextos vulnerables: una revisión sistemática en la última década. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 13(3), 240-261. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2020.25730>
- Retelsdorf, J., Schwartz, K., y Asbrock, F. (2015). "Michael can't read!" – Teachers' gender stereotypes and boys' reading self-concept. *Journal of Educational Psychology*, 107, 186–194. <https://doi.org/10.1037/a0037107>
- Romero, M. R., Castejón-Oliva, F. J., López, V. M., y Fraile, A. (2017). Evaluación formativa, competencias comunicativas y TIC en la formación del profesorado. *Comunicar*, 52(XXV), 73-82. <https://doi.org/10.3916/C52-2017-07>
- Sancho-Gil, J. M., Ornellas, A., y Arrazola, J. (2018). La situación cambiante de la universidad en la era digital. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 31-49. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.20673>
- Tabernero-Sala, R., Álvarez-Ramos, E., y Heredia-Ponce, H. (2020). Reading habits and information consumption of adolescents in the digital environment. *Investigaciones Sobre Lectura*, 13, 72-89. <https://doi.org/10.24310/revistaisl.vi13.11116>
- Trujillo-Torres, J. M., Rodríguez-Jiménez, C., Ramos-Navas-Parejo, M., y Victoria-Maldonado J. J. (2021). Las TIC como recurso para la animación a la lectura. En I. Aznar-Díaz, M. P. Cáceres-Reche, J. A. Marín-Marín y A. J. Moreno-Guerrero (Eds.), *Desafíos de investigación educativa durante la pandemia COVID19* (pp. 32-40). Dykinson.
- Unión Europea. (2000). Carta de los Derechos Fundamentales de la Unión Europea. *Diario Oficial de las Comunidades Europeas (2000/C 364/01)*, de 18 de diciembre de 2000.
- Vouillamoz, N. (2000). *Literatura e hipermedia. La irrupción de la literatura interactiva: precedentes y crítica*. Paidós.

Yubero, S., y Larrañaga, E. (2015). Lectura y universidad: hábitos lectores de los estudiantes universitarios de España y Portugal. *El profesional de la información*, 24(6), 717-723. <https://doi.org/10.3145/epi.2015.nov.03>