

PIXEL BIT

Nº 68 SEPTIEMBRE 2023
CUATRIMESTRAL

e-ISSN:2171-7966

ISSN:1133-8482

Revista de Medios y Educación





FECYT 166/2023
Fomento de Investigaciones de Investigación de 2014 (FPI) (comunicación)
Válida hasta: 28 de julio de 2024



PIXEL-BIT

REVISTA DE MEDIOS Y EDUCACIÓN

Nº 68 - SEPTIEMBRE - 2023

<https://revistapixelbit.com>



EDITORIAL
UNIVERSIDAD DE SEVILLA

EQUIPO EDITORIAL (EDITORIAL BOARD)**EDITOR JEFE (EDITOR IN CHIEF)**

Dr. Julio Cabero Almenara, Departamento de Didáctica y Organización Educativa, Facultad de CC de la Educación, Director del Grupo de Investigación Didáctica. Universidad de Sevilla (España)

EDITOR ADJUNTO (ASSISTANT EDITOR)

Dr. Juan Jesús Gutiérrez Castillo, Departamento de Didáctica y Organización Educativa. Facultad de CC de la Educación, Universidad de Sevilla (España)

Dr. Óscar M. Gallego Pérez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

EDITORES ASOCIADOS

Dra. Urtza Garay Ruiz, Universidad del País Vasco. (España)

Dra. Ivanovna Milqueya Cruz Pichardo, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. (República Dominicana)

CONSEJO METODOLÓGICO

Dr. José González Such, Universidad de Valencia (España)

Dr. Antonio Matas Terrón, Universidad de Málaga (España)

Dra. Cynthia Martínez-Garrido, Universidad Autónoma de Madrid (España)

Dr. Luis Carro San Cristóbal, Universidad de Valladolid (España)

Dra. Nina Hidalgo Farran, Universidad Autónoma de Madrid (España)

CONSEJO DE REDACCIÓN

Dra. María Puig Gutiérrez, Universidad de Sevilla. (España)

Dra. Sandra Martínez Pérez, Universidad de Barcelona (España)

Dr. Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)

Dr. Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)

Dra. Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)

Dr. Vito José de Jesús Carioca, Instituto Politécnico de Beja Ciências da Educação (Portugal)

Dra. Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)

Dr. Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)

Dr. Fabrizio Manuel Sirignano, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)

Dra. Sonia Aguilar Gavira, Universidad de Cádiz (España)

Dra. Eloisa Reche Urbano, Universidad de Córdoba (España)

CONSEJO TÉCNICO

Dra. Raquel Barragán Sánchez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

D. Antonio Palacios Rodríguez, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

D. Manuel Serrano Hidalgo, Grupo de Investigación Didáctica, Universidad de Sevilla (España)

Diseño de portada: Dña. Lucía Terrones García, Universidad de Sevilla (España)

Revisor/corrector de textos en inglés: Dra. Rubicelia Valencia Ortiz, MacMillan Education (México)

Revisores metodológicos: evaluadores asignados a cada artículo

CONSEJO CIENTÍFICO

Jordi Adell Segura, Universidad Jaume I Castellón (España)

Ignacio Aguaded Gómez, Universidad de Huelva (España)

María Victoria Aguiar Perera, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)

Olga María Alegre de la Rosa, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Manuel Área Moreira, Universidad de la Laguna Tenerife (España)

Patricia Ávila Muñoz, Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (México)

Antonio Bartolomé Pina, Universidad de Barcelona (España)

Angel Manuel Bautista Valencia, Universidad Central de Panamá (Panamá)

Jos Beishuizen, Vrije Universiteit Amsterdam (Holanda)

Florentino Blázquez Entonado, Universidad de Extremadura (España)
Silvana Calaprice, Università degli studi di Bari (Italia)
Selín Carrasco, Universidad de La Punta (Argentina)
Raimundo Carrasco Soto, Universidad de Durango (México)
Zulma Cataldi, Universidad de Buenos Aires (Argentina)
Luciano Cecconi, Università degli Studi di Modena (Italia)
Jean-François Cerisier, Université de Poitiers, Francia
Jordi Lluís Coiduras Rodríguez, Universidad de Lleida (España)
Jackson Collares, Universidades Federal do Amazonas (Brasil)
Enricomaria Corbi, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Marialaura Cunzio, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Brigitte Denis, Université de Liège (Bélgica)
Floriana Falcinelli, Università degli Studi di Perugia (Italia)
María Cecilia Fonseca Sardi, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
Maribel Santos Miranda Pinto, Universidade do Minho (Portugal)
Kitty Gaona, Universidad Autónoma de Asunción (Paraguay)
María-Jesús Gallego-Arrufat, Universidad de Granada (España)
Lorenzo García Aretio, UNED (España)
Ana García-Valcarcel Muñoz-Repiso, Universidad de Salamanca (España)
Antonio Bautista García-Vera, Universidad Complutense de Madrid (España)
José Manuel Gómez y Méndez, Universidad de Sevilla (España)
Mercedes González Sanmamed, Universidad de La Coruña (España)
Manuel González-Sicilia Llamas, Universidad Católica San Antonio-Murcia (España)
António José Meneses Osório, Universidade do Minho (Portugal)
Carol Halal Orfali, Universidad Tecnológica de Chile INACAP (Chile)
Mauricio Hernández Ramírez, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Ana Landeta Etxeberria, Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)
Linda Lavelle, Plymouth Institute of Education (Inglaterra)
Fernando Leal Ríos, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Paul Lefrere, Cca (UK)
Carlos Marcelo García, Universidad de Sevilla (España)
Francois Marchessou, Universidad de Poitiers, París (Francia)
Francesca Marone, Università degli Studi di Napoli Federico II (Italia)
Francisco Martínez Sánchez, Universidad de Murcia (España)
Ivory de Lourdes Mogollón de Lugo, Universidad Central de Venezuela (Venezuela)
Angela Muschitiello, Università degli studi di Bari (Italia)
Margherita Musello, Università degli Studi Suor Orsola Benincasa (Italia)
Elvira Esther Navas, Universidad Metropolitana de Venezuela (Venezuela)
Trinidad Núñez Domínguez, Universidad de Sevilla (España)
James O'Higgins, de la Universidad de Dublín (UK)
José Antonio Ortega Carrillo, Universidad de Granada (España)
Gabriela Padilla, Universidad Autónoma de Tamaulipas (México)
Ramón Pérez Pérez, Universidad de Oviedo (España)
Angel Puentes Puente, Pontificia Universidad Católica Madre y Maestra. Santo Domingo (República Dominicana)
M^a del Carmen Llorente Cejudo, Universidad de Sevilla (España)
Julio Manuel Barroso Osuna, Universidad de Sevilla (España)
Rosalía Romero Tena, Universidad de Sevilla (España)
Hommy Rosario, Universidad de Carabobo (Venezuela)
Pier Giuseppe Rossi, Università di Macerata (Italia)
Jesús Salinas Ibáñez, Universidad Islas Baleares (España)
Yamile Sandoval Romero, Universidad de Santiago de Cali (Colombia)
Albert Sangrà Morer, Universidad Oberta de Catalunya (España)
Ángel Sanmartín Alonso, Universidad de Valencia (España)
Horacio Santángelo, Universidad Tecnológica Nacional (Argentina)
Francisco Solá Cabrera, Universidad de Sevilla (España)
Jan Frick, Stavanger University (Noruega)
Karl Steffens, Universidad de Colonia (Alemania)
Seppo Tella, Helsinki University (Finlandia)
Hanne Wachter Kjaergaard, Aarhus University (Dinamarca)



FACTOR DE IMPACTO (IMPACT FACTOR)

SCOPUS Q1 Education: Posición 236 de 1406 (83% Percentil). CiteScore Tracker 2022: 5 - Journal Citation Indicator (JCI). Emerging Sources Citation Index (ESCI). Categoría: Education & Educational Research. Posición 257 de 739. Cuartil Q2 (Percentil: 65.29) - FECYT: Ciencias de la Educación. Cuartil 1. Posición 16. Puntuación: 35,68- DIALNET MÉTRICAS (Factor impacto 2021: 1.72. Q1 Educación. Posición 12 de 228) - REDIB Calificación Glogal: 29,102 (71/1.119) Percentil del Factor de Impacto Normalizado: 95,455- ERIH PLUS - Clasificación CIRC: B- Categoría ANEP: B - CARHUS (+2018): B - MIAR (ICDS 2020): 9,9 - Google Scholar (global): h5: 42; Mediana: 42 - Journal Scholar Metric Q2 Educación. Actualización 2016 Posición: 405ª de 1,115- Criterios ANECA: 20 de 21 - INDEX COPERNICUS Puntuación ICV 2019: 95.10

Píxel-Bit, Revista de Medios y Educación está indexada entre otras bases en: SCOPUS, Fecyt, DOAJ, Iresie, ISOC (CSIC/CINDOC), DICE, MIAR, IN-RECS, RESH, Ulrich's Periodicals, Catálogo Latindex, Biné-EDUSOL, Dialnet, Redinet, OEI, DOCE, Scribd, Redalyc, Red Iberoamericana de Revistas de Comunicación y Cultura, Gage Cengage Learning, Centro de Documentación del Observatorio de la Infancia en Andalucía. Además de estar presente en portales especializados, Buscadores Científicos y Catálogos de Bibliotecas de reconocido prestigio, y pendiente de evaluación en otras bases de datos.

EDITA (PUBLISHED BY)

Grupo de Investigación Didáctica (HUM-390). Universidad de Sevilla (España). Facultad de Ciencias de la Educación. Departamento de Didáctica y Organización Educativa. C/ Pirotecnia s/n, 41013 Sevilla.
Dirección de correo electrónico: revistapixelbit@us.es . URL: <https://revistapixelbit.com/>
ISSN: 1133-8482; e-ISSN: 2171-7966; Depósito Legal: SE-1725-02
Formato de la revista: 16,5 x 23,0 cm

Los recursos incluidos en Píxel Bit están sujetos a una licencia Creative Commons Attribution-NonCommercial-ShareAlike 4.0 Unported (Reconocimiento-NoComercial-CompartirIgual)(CC BY-NC-SA 4.0), en consecuencia, las acciones, productos y utilidades derivadas de su utilización no podrán generar ningún tipo de lucro y la obra generada sólo podrá distribuirse bajo esta misma licencia. En las obras derivadas deberá, asimismo, hacerse referencia expresa a la fuente y al autor del recurso utilizado.

©2023 Píxel-Bit. No está permitida la reproducción total o parcial por ningún medio de la versión impresa de Píxel-Bit.

MONOGRÁFICO

- 1.- La Competencia Digital Docente. Diseño y validación de una propuesta formativa // Teaching Digital Competence. A training proposal desing and validation.** 7
Andrés Santiago Cisneros Barahona, Luis Marqués Molías, Nicolay Samaniego Erazo, Catalina Mercedes Mejía Granizo
- 2.- Adaptación del cuestionario para el estudio de la competencia digital de estudiantes de educación superior (CDAES) a la población colombiana // Adapting the questionnaire for the study of digital competence of students in higher education (CDAES) to the Colombian population** 43
Carolina Mejía Corredor, Sandra Ortega Ferreira, Adriana Maldonado Currea, Alexandra Silva Monsalve
- 3.- Competencia digital docente en el uso de simulaciones virtuales: percepción del profesorado de áreas STEM // Teachers' digital competence in the use of virtual simulations: STEM educator perceptions** 83
Daniel Moreno-Mediavilla, Alicia Palacios, Rosa Gómez del Amo, Álvaro Barreras-Peral
- 4.- Inclusión digital desde una perspectiva intergeneracional: promover el desarrollo de la alfabetización digital y mediática entre las personas mayores desde la perspectiva de los jóvenes-adultos // Digital inclusion from an intergenerational perspective: promoting the development of digital and media literacy among older people from a young adult perspective** 115
Lukasz Tomczyk, Leen d'Haenens, Dorota Gierszewski, Dominika Sepielak
- 5.- Nivel de Competencia digital de estudiantes de primer año de formación inicial docente: una mirada desde las variables de género y centro educativo // Level of digital competence of students in the first year of initial teacher training: a look from the variables of gender and educational center** 155
Juan Silva Quiroz, Marcelo Humberto Rioseco Pais, Gonzalo Aranda Faúndez

MISCELÁNEA

- 6.- Indicadores de agencia en experiencias educativas Agile: una revisión panorámica // Agency indicators in Agile educational experiences: a scoping review** 183
Celia Torres-Blasco, Adolfinia Pérez-Garcías
- 7.- Validación de una escala del Modelo Ampliado de Aceptación de la Tecnología en el contexto dominicano // Validation of a scale of the Extended Technology Acceptance Model in the dominican context** 217
Clemente Rodríguez-Sabiote, Ana Teresa Valerio-Peña, Roberto Batista-Almonte
- 8.- Enseñanza del idioma inglés en educación primaria: Fortalecimiento de vocabulario y pronunciación a través de podcast // Teaching english in elementary school: Strengthening vocabulary and pronunciation through podcast** 245
María Georgina Fernández Sesma, Erika Patricia Alvarez Flores, Karla Reyes Arias
- 9.- Mapeo sobre el uso de la Neurotecnología en educación desde una perspectiva ética // Mapeo sobre el uso de la Neurotecnología en educación desde una perspectiva ética** 305
Inmaculada García-Martínez, Norma Torres-Hernández, Irene Espinosa-Fernández, Lara Checa-Domene
- 10.- Carga cognitiva y esfuerzo mental durante el cambio de contexto en entornos de realidad aumentada con fines de aprendizaje procedimental // Cognitive load and mental effort during context switching in augmented reality environments for procedural learning purposes** 283
Fernanda Maradei García, Luis Eduardo Bautista Rojas, Gabriel Pedraza

Competencia digital docente en el uso de simulaciones virtuales: percepción del profesorado de áreas STEM

Teacher digital competence in the use of virtual simulations: STEM teachers' perception

 **Dr. Daniel Moreno-Mediavilla**

Profesor contratado doctor. Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). La Rioja, España

 **Dra. Alicia Palacios**

Profesora contratada doctora. Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). La Rioja, España

 **Dra. Rosa Gómez del Amo**

Profesora ayudante doctora. Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). La Rioja, España

 **Dr. Álvaro Barreras-Peral**

Profesor contratado doctor. Universidad Internacional de la Rioja (UNIR). La Rioja, España

Recibido: 2023/02/17; **Revisado:** 2023/05/08; **Aceptado:** 2023/06/07; **Preprint:** 2023/07/24; **Publicado:** 2023/09/01

RESUMEN

La competencia digital docente y su perfeccionamiento cobran un papel destacado en el contexto educativo actual. En las áreas STEM, uno de los principales recursos digitales para promover eficazmente el conocimiento de las ciencias y desarrollar habilidades de indagación son las simulaciones virtuales, cobrando gran importancia el papel del docente en su uso eficiente en el aula. El objetivo de este trabajo es determinar la percepción de la competencia digital docente en el uso de simulaciones virtuales, así como analizar posibles diferencias frente a variables sociodemográficas, de uso y de formación. Se ha realizado un estudio cuantitativo mediante análisis descriptivo, correlacional y asociativo, con 500 docentes de áreas STEM de Educación Secundaria. Los resultados apuntan a una autopercepción media en las diferentes dimensiones de la competencia. No se obtienen diferencias significativas en género, edad, años de experiencia docente, ni formación recibida, pero sí respecto al área de conocimiento en la que imparte clase, a la frecuencia de uso de esta tecnología en sus clases y a la necesidad de formación percibida. Se concluye que existe una necesidad de formación importante en el uso de simulaciones virtuales, destacando principalmente la formación en la búsqueda y selección de simulaciones adecuadas.

ABSTRACT

Teacher digital competence and its improvement play a prominent role in the current educational context. Virtual simulations are one of the main digital resources for effectively learning science and developing inquiry skills in STEM areas, being essential the role of the teacher in their efficient use in the classroom. The objectives of this work are to measure the perception of teaching digital competence in the use of virtual simulations, as well as to analyze the results based on sociodemographic, use and training variables. A quantitative study has been carried out through descriptive, correlational and associative analysis, with 500 STEAM teachers of Secondary Education. The results show an average self-perception value in the different dimensions of the competence. No significant differences were found in gender, age, years of teaching experience, or training received, but there were differences regarding their knowledge area, the frequency of use of virtual simulations in class, and the perceived need for training. It is concluded that there is a need for significant training in the use of virtual simulations, mainly highlighting training in the search and selection of appropriate simulations.

PALABRAS CLAVES · KEYWORDS

Formación de docentes, tecnología educacional, enseñanza de las ciencias, competencias del docente, enseñanza secundaria.

Teacher education, educational technology, science education, teacher qualifications, secondary education.

1. Introducción

La implantación de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en el ámbito educativo ha sufrido una evolución importante en los últimos años, recibiendo el apoyo de la Comisión Europea a través de la Agenda Digital (Brevik et al., 2019). Sin embargo, el uso eficaz de las tecnologías no es sencillo, e implica que los docentes adquieran un conjunto de habilidades prácticas, conocimientos, actitudes y destrezas (Bai et al., 2019), englobadas en la definición de Competencia Digital Docente (CDD) (Rodríguez-García et al., 2019). El desarrollo de esta competencia abarca principalmente los conocimientos y capacidades técnicas en el uso de herramientas digitales y cómo estas pueden ser usadas en el aula, incluyendo la planificación didáctica, curricular y metodológica (Falloon, 2020; Verdú-Pina et al., 2023). Algunas definiciones actuales incluyen además aspectos legales, éticos y de seguridad relacionados con las tecnologías (INTEF, 2017; Redecker & Punie, 2017), así como la comprensión del papel de las TIC en la sociedad, construyendo una actitud equilibrada, fluida y madura hacia la tecnología (Engen, 2019; Falloon, 2020). La mayor parte de estas dimensiones están incluidas en el marco de referencia europeo DIGCOMP-Edu (Redecker & Punie, 2017) así como en el marco de referencia estatal (INTEF, 2017), pero es conveniente destacar que la definición de competencia digital docente no está cerrada, siendo ampliable o modificable en función de las necesidades y la evolución de las propias tecnologías y de su relación con la sociedad.

En la enseñanza de las ciencias experimentales, el trabajo práctico es algo imprescindible para desarrollar las competencias STEM (*Science, Technology, Engineering, Mathematics*) (Espinosa-Ríos et al., 2016; López-Cortés et al., 2021). Estas competencias plantean la necesidad de potenciar las habilidades de experimentación aplicada, análisis crítico y resolución de problemas (Perales-Palacios & Aguilera, 2020). Sin embargo, el uso de un recurso como el laboratorio también implica una serie de dificultades, bien por problemas logísticos, de espacio o económicos. En este sentido, las simulaciones virtuales permiten solventar algunos de estos problemas, manteniendo los beneficios que ofrece el trabajo práctico (Blake & Scanlon, 2007; Smetana & Bell, 2014) a escala macroscópica, pero ofreciendo una visualización adicional a través de escalas microscópica y submicroscópica. Las simulaciones virtuales permiten al usuario interactuar con la representación de fenómenos o sistemas reales (Chan et al., 2021; Sypsas et al., 2018). Esto fomenta que el alumnado observe y manipule objetos, variables y fenómenos, e incluso visualice los cambios producidos a través de diferentes representaciones (Blake & Scanlon, 2007; Smetana & Bell, 2014). Además, estas herramientas permiten trabajar el método científico y la indagación y, con ello, favorecen la adquisición de competencias científicas, así como la actitud positiva hacia la ciencia (Fan & Geelan, 2013; Perkins et al., 2012). Por lo tanto, las posibilidades que esta tecnología ofrece son suficientemente amplias como para promover su uso efectivo en las aulas de ciencias tanto por parte del profesorado en activo como por el que se encuentra en periodo de formación (D'Angelo et al., 2014; Waight et al., 2014). El papel del docente es clave en el uso eficiente de las simulaciones (Rutten et al., 2012). Además, Lee et al. (2021) indican que, a pesar de que los docentes están interesados en utilizar simulaciones virtuales, carecen de la formación necesaria para hacerlo, existiendo una brecha digital importante, tanto en el acceso, como en el conocimiento y uso de estas.

La posibilidad de obtener el máximo beneficio de estos recursos va a estar directamente vinculado a la CDD (INTEF, 2017; Tourón et al., 2018) del profesorado en el uso concreto de simulaciones y laboratorios virtuales. Para determinar esta competencia se ha utilizado el cuestionario CDUSV, que analiza la percepción del docente de Educación Secundaria de áreas STEM sobre su competencia digital en el uso de simulaciones virtuales (Gómez et al., 2022).

El cuestionario CDUSV plantea 4 dimensiones derivadas del marco de referencia de la competencia digital docente (INTEF, 2017), los principios del modelo TPACK (*Technological Pedagogical Content Knowledge*) en cuanto a la importancia de la integración de la tecnología en el proceso didáctico para el éxito de su aplicación (Cabero-Almenara et al., 2020; Koehler & Mishra, 2008), así como a lo publicado sobre el uso de simulaciones virtuales en las aulas (Lee et al., 2021; Rutten et al., 2012; Smetana & Bell, 2014). Entre las cuatro dimensiones se define el “Desarrollo de la práctica docente (D1)” como el papel del profesor al desarrollar su trabajo docente en el aula a través de simulaciones virtuales e incluye el conocimiento sobre la materia, como definen Roque Herrera et al. (2022), Martín (2019) y Carlos-Guzmán (2016), la aplicación de diferentes modelos pedagógicos (Gómez, 2016) y el análisis de las dificultades del alumnado. La dimensión de “Planificación didáctica (D2)” considera tanto la planificación y diseño de secuencias didácticas con simulaciones virtuales para contribuir significativamente al proceso de enseñanza y aprendizaje STEM (Mayer, 2019), como su evaluación (Nolasco et al., 2016). La “Autorreflexión sobre la práctica docente (D3)” incluye el análisis previo de las características del alumnado (Méndez & Conde, 2018), las posibilidades que ofrece la simulación, así como la autoevaluación y reflexión del profesorado tras el desarrollo de la propuesta didáctica en el aula (Torres et al., 2020). Por último, también se incluyen las “Facilidad de uso de las simulaciones virtuales (D4)” refiriéndose al conocimiento del recurso tecnológico concreto y a los obstáculos que se deben superar para una puesta en práctica exitosa (Lee et al., 2021), incluyendo la gestión del tiempo y la resolución de dudas (Fuentes et al., 2019). El uso de este cuestionario permite determinar las debilidades y necesidades de formación del profesorado en este ámbito, con el fin de desarrollar planes de formación permanente adaptados a las necesidades detectadas y disminuir así la Brecha Digital existente.

Con esta finalidad, se plantearon los siguientes objetivos:

1. Analizar la percepción de la competencia digital docente en el uso de simulaciones virtuales en el profesorado de áreas STEM.
2. Determinar la relación entre las variables sociodemográficas y laborales, frecuencia de uso y la formación de los docentes y la competencia digital autopercebida en el uso de simulaciones virtuales.

2. Metodología

2.1. Diseño de la investigación

Esta investigación evalúa la autopercepción de las competencias del profesorado de Educación Secundaria de áreas STEM en el uso de las simulaciones virtuales. Se diseña

un estudio de corte cuantitativo, no experimental, de tipo descriptivo, asociativo y correlacional, con un diseño transversal.

2.2. Muestra

La muestra que forma parte del estudio, obtenida mediante un muestreo no probabilístico casual, está formada por 500 docentes de Educación Secundaria. Esta muestra abarca a docentes de todas las Comunidades Autónomas de España, siendo mayoritario el profesorado procedente de la Comunidad Valenciana (20.6%), Región de Murcia (13.2%) y Andalucía (11.2%). Los centros en los que ejercen su labor docente son centros públicos (82.4%), concertados (14.8%) y privados (2.8%) y pertenecen a zonas urbanas (74%) y a zonas rurales (26%).

Esta muestra se considera adecuada para la población de estudio ya que, aunque no se ha realizado un muestreo probabilístico, con una población superior a 5000 individuos, un tamaño muestral de 400 participantes resulta pertinente según Cardona (2002).

2.3 Instrumento y procedimiento de recogida de datos

El cuestionario utilizado (CDUSV) está formado por 26 ítems que evalúan la autopercepción de la competencia digital docente en el uso de simulaciones virtuales, con una escala tipo Likert del 1 a 5 ([enlace al cuestionario](#)). Además, consta de varias preguntas sociodemográficas y laborales (género, edad, años de experiencia docente, área en la que se imparte clase, tipo de centro...) y otras cuestiones para conocer la frecuencia de uso y la formación recibida sobre simulaciones virtuales.

El CDUSV es un instrumento validado (Gómez et al., 2022) compuesto por cuatro dimensiones: Desarrollo de la práctica docente (D1); Planificación didáctica (D2); Autorreflexión de la práctica docente (D3) y Facilidad de uso de simulaciones virtuales (D4). Se justifica la validez de dichas dimensiones por los siguientes índices de verificación del ajuste: el índice GFI obtenido es .990, lo que indica un buen ajuste del modelo al ser superior a .950. El coeficiente NNFI obtenido es .963, considerándose este un valor satisfactorio (Ferrando & Anguiano-Carrasco, 2010). Por otro lado, el RMCR es .039, inferior al valor límite de .050 y al criterio recomendado de Kelley (1935), que para estos datos es .055, por lo que los valores residuales observados son muy cercanos a cero. Finalmente, el índice RMSEA, que estima el error de aproximación del modelo propuesto, tuvo un valor de .066, lo que indica un ajuste admisible (Lloret-Segura et al., 2014).

Para asegurar la consistencia interna de este instrumento, en la muestra de docentes de este estudio, se calculó su fiabilidad mediante el coeficiente Alfa de Cronbach: $\alpha(D1)=.86$; $\alpha(D2)=.84$; $\alpha(D3)=.84$ y $\alpha(D4)=.71$. La fiabilidad de los cuatro factores presenta puntuaciones superiores a .70 lo que, según Cohen et al. (2006), le otorga una fiabilidad alta a los factores que componen este instrumento. Por otro lado, el índice α de Cronbach global de este instrumento es de $\alpha=.92$, lo que indica una fiabilidad muy alta (O'Dwyer & Bernauer, 2014).

Este cuestionario fue enviado manualmente por correo electrónico a 6700 centros educativos públicos, concertados y privados de España y estuvo abierto desde la segunda

quincena de enero al mes de mayo de 2022. En todo momento se ha asegurado el anonimato de los participantes.

2.4. Análisis de datos

Los datos recopilados fueron analizados usando Excel, SPSS 25 y Jamovi 2.3.21. En primer lugar, se invirtieron los ítems D4.4 y D4.7 (descritos en sentido negativo) para que fueran en el mismo sentido que el resto de ítems de la dimensión.

A continuación, se descartó la existencia de casos perdidos y se determinó la existencia de datos atípicos para cada dimensión mediante el test de Bonferroni (De Carlo, 1997). La eliminación de los datos atípicos de cada dimensión produjo una pérdida de muestra menor al 1%. Para comprobar la normalidad de la muestra, se llevó a cabo el análisis de Kolmogorov-Smirnov para cada ítem, así como el test multivariado de asimetría y curtosis de Mardia (1970). Los resultados obtenidos ($p < .001$) indican que los datos no siguen una distribución normal (George & Mallery, 2001) y, por lo tanto, se debe usar estadística no paramétrica para el análisis inferencial.

A partir de este análisis inicial, se desarrolló el análisis descriptivo de los ítems y de las dimensiones, obteniéndose el valor de cada dimensión a partir de la media de los ítems que las integran. Además, se calculó la correlación de Spearman para muestras no paramétricas entre las cuatro dimensiones de estudio.

El análisis inferencial de contraste se realizó mediante la prueba U de Mann-Whitney, en el caso de las variables dicotómicas, y la prueba H de Kruskal-Wallis con el resto de variables. Estas pruebas contrastan la hipótesis de igualdad entre grupos. Además, tras la prueba de Kruskal-Wallis se ha obtenido el análisis de datos por parejas mediante la prueba de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner. El valor de significatividad para los análisis realizados en este estudio se estableció en .05.

Para calcular el tamaño del efecto de los datos significativos encontrados, se ha obtenido el estadístico d_{Cohen} a partir de los resultados del test de Kruskal-Wallis (Cohen, 2008; Fritz et al., 2012, p. 12; Lenhard & Lenhard, 2016). Según Cohen (1988), valores de la d_{Cohen} inferiores a .20 señalan la no existencia de efecto; valores entre .21 a .49 hacen referencia a un efecto pequeño; así mismo, valores oscilantes entre .50 a .79 indican un efecto moderado; finalmente, valores mayores a .80 señalan un efecto grande. Por otro lado, teniendo en cuenta los estudios de Hattie (2009) sobre la reinterpretación de los tamaños del efecto en educación, valores de d_{Cohen} por debajo de .20 se consideran efectos muy bajos, entre .20 y .39 son considerados efectos bajos o “efecto del docente” y a partir de .4 se consideran efectos deseados.

3. Análisis y resultados

3.1. Caracterización de la muestra

La muestra que forma parte de este estudio está compuesta por 500 docentes que imparten clases de Matemáticas (22%), Física y Química (28%), Biología y Geología (13.6%), Tecnología (13.2%) o en varias de estas asignaturas (23.2%). Un 20.8% cuenta con menos de 5 años de experiencia, un 18.2% entre 5 y 10 años, un 23.4% entre 11 y 20 y, por último, un 37.6% tiene más de 20 años de experiencia docente.

En lo que respecta a la edad, un 6.6% tiene menos de 31 años, un 20.6% entre 31 y 40, un 37% tiene entre 41 y 50, un 33% entre 51 y 60 y, finalmente, un 2.8% tiene más de 60 años. Además, un 62% son mujeres y un 37.8% son hombres.

El profesorado que forma parte de esta investigación ha utilizado alguna vez las simulaciones virtuales, pero en lo que respecta a la frecuencia de uso presentan diferencias: un 3.6% no las utilizan nunca, un 61% del profesorado las utilizan de manera esporádica y un 35.4% las emplean habitualmente. Además, sólo un 22.8% de la muestra ha recibido alguna formación sobre simulaciones virtuales, lo que explica que un 51.9% del profesorado considere muy necesario y un 27.7% considere necesario recibir formación para aprovechar las posibilidades didácticas de estas herramientas. Además, un 48.1% y un 28.7% considera muy necesario y necesario, respectivamente, recibir formación sobre cómo integrar simulaciones virtuales en el aula. Relacionado con lo anterior, un 53.7% y un 29.5% considera muy necesario y necesario recibir información sobre la búsqueda y selección de simulaciones virtuales.

3.2. Competencia digital autopercebida por los docentes

En primer lugar, se realiza un análisis descriptivo de la muestra (N=500) (ver Tabla 1). Estos resultados se presentan en función de las dimensiones que componen el cuestionario CDUSV. Se han calculado los promedios de los resultados para cada participante con el objetivo de obtener una escala común a todas las dimensiones y, así, realizar comparaciones entre las mismas. Este hecho explica la aparición de resultados decimales en la mediana, la moda y en el mínimo de algunas dimensiones. Además, en lo que respecta a la media, con la finalidad de interpretar el nivel de competencia digital docente autopercebida en el uso de las simulaciones virtuales, se ha establecido la siguiente categorización: nivel bajo [1, 3); nivel medio [3, 4); y nivel alto [4, 5]. Como se observa en la Tabla 1, la media obtenida en cada una de las dimensiones es superior a los 3 puntos (nivel medio de competencia autopercebida), con una escasa desviación por debajo de los .85 puntos en cada caso. Destaca la autorreflexión de la práctica docente (D3) con valores de media y mediana por encima del resto de dimensiones, y la planificación didáctica (D2) con el valor de media más bajo.

Tabla 1*Análisis descriptivo de cada dimensión*

	Desarrollo práctica docente (D1)	Planificación didáctica (D2)	Autorreflexión (D3)	Facilidad de uso (D4)
N	497	499	499	500
Media	3.5677	3.2779	3.9145	3.408
Mediana	3.5714	3.3333	4	3.3333
Moda	3.86	3.83	4 ^a	3.33
Desviación estándar	.7152	.8363	.7293	.6215
Mínimo	1	1	1.17	1.5
Máximo	5	5	5	5

^a Existen múltiples modas. Se muestra el valor más pequeño.

Además, la Tabla 2 muestra la correlación (ρ de Spearman) entre las diferentes dimensiones. Cabe resaltar que se evidencia una correlación significativa entre todas las dimensiones. Sin embargo, la correlación (directa) más alta se halla entre la planificación didáctica (D2) y la autorreflexión de la práctica docente (D3). En cambio, el desarrollo de la práctica docente (D1) es la que menos se correlaciona con el resto.

Tabla 2*Correlación entre las dimensiones*

	D1	D2	D3	D4
D1	1			
D2	.246*	1		
D3	.327*	.554*	1	
D4	.201*	.475*	.487*	1

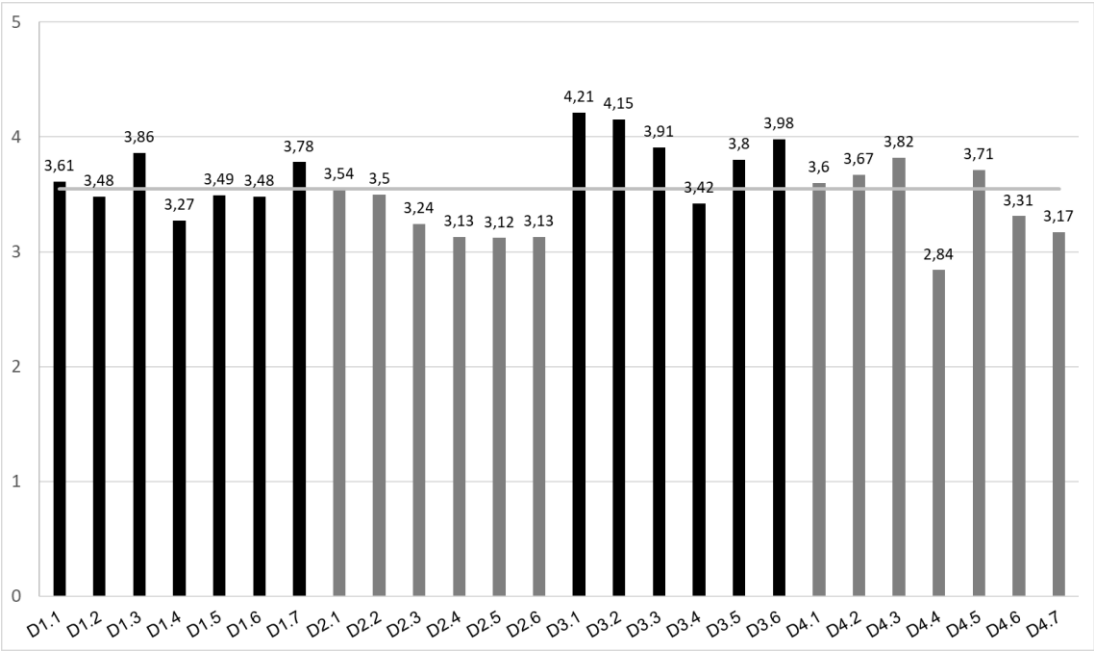
* La correlación es significativa en el nivel .01 (bilateral)

Por otro lado, al analizar los valores medios de cada una de las preguntas (Figura 1), se observa que los ítems asociados a la planificación didáctica (D2) se sitúan por debajo de la media global (3.55), mientras que la autorreflexión en la práctica docente (D3) está, en general, por encima de la media global. Cabe destacar un ítem con un nivel de competencia bajo (<3): los docentes encuentran bastantes dificultades a la hora de seleccionar la simulación virtual adecuada (ítem D4.4, con 2.84 de media); y dos ítems con un nivel de competencia alto (>4): la mayoría de los docentes exploran las posibilidades de

las simulaciones virtuales antes de emplearlas con los estudiantes (ítem D3.1. con 4.21 de media) y, además, tienen en cuenta las características de los estudiantes a la hora de diseñar experiencias de aprendizaje significativas empleando estas herramientas (ítem D3.2 con 4.15 de media).

Figura 1

Valores medios de todos los ítems



3.3. Diferencias en la percepción de la competencia docente en relación con las variables estudiadas

Para identificar aquellos ítems con diferencias estadísticamente significativas respecto a las variables consideradas en el estudio, se ha representado cada uno de ellos en función de las diferencias encontradas en cada variable (Tabla 3). Esto permite identificar aquellas variables que tienen más ítems con diferencias significativas.

Tabla 3

Diferencias significativas por ítem

		Edad	Género	Experiencia	Áreas impartidas	Frecuencia uso	Formación recibida	Necesidad formación uso	Necesidad formación integración	Necesidad formación búsqueda
D1	D1.1				●	●				
	D1.2				●	●				
	D1.3				●	●				
	D1.4				○	●		○		
	D1.5					●				
	D1.6								○	○
	D1.7					○				
D2	D2.1				●	●				
	D2.2				●	●				
	D2.3						○			
	D2.4									
	D2.5				○	●	○			
	D2.6				●	●				
D3	D3.1	○			○	●				
	D3.2		●							○
	D3.3					●	○			○
	D3.4					●				
	D3.5					○		○		●
	D3.6							●	○	●
D4	D4.1				○	●	○			
	D4.2				●	●		●		●
	D4.3				●	●	○			○
	D4.4				●	●	●			●
	D4.5				●	●				
	D4.6				●	●				
	D4.7					●				○

Nota: vacío ($p \geq .05$); ○ ($p < .05$); ● ($p < .01$); ● ($p < .001$).

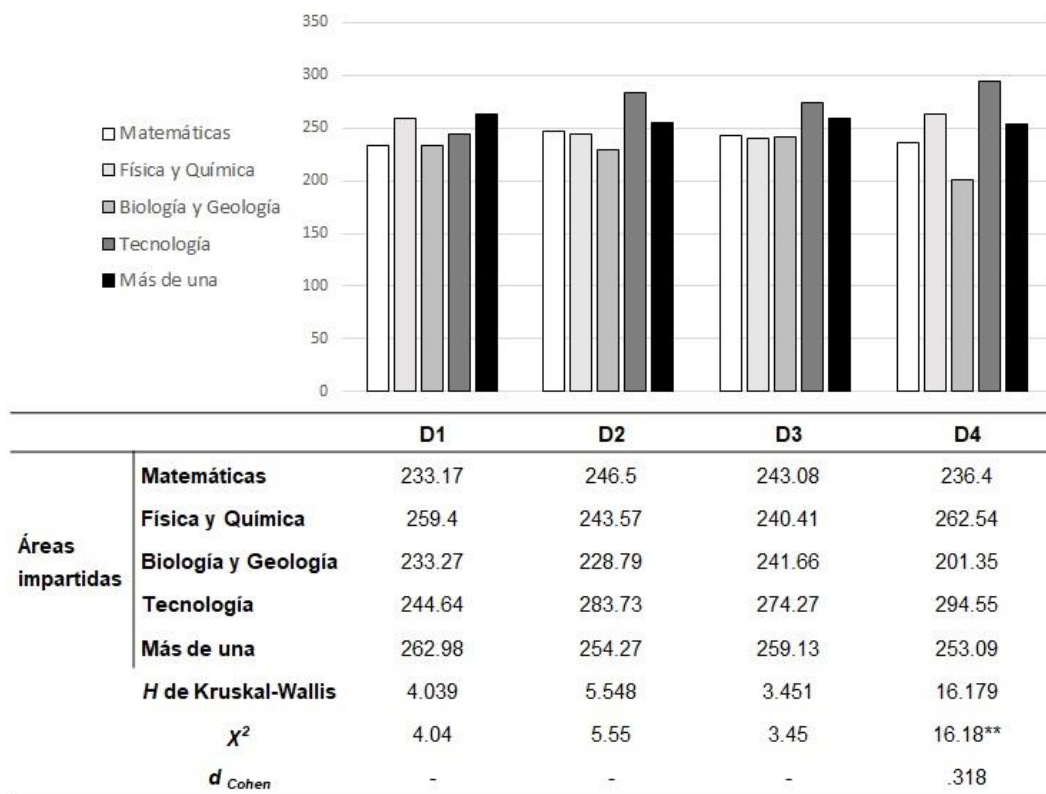
Como se observa, destacan tres variables sobre el resto: la frecuencia de uso de simulaciones virtuales, las áreas impartidas por los docentes y la necesidad de recibir formación en la búsqueda de simulaciones virtuales. A continuación, se analiza cada una de estas variables de manera detallada y se explica la ausencia de diferencias para el resto.

3.3.1. Variables sociodemográficas y laborales

En primer lugar, se consideran las variables sociodemográficas y laborales de los docentes: edad, género, años de experiencia docente y áreas en las que se imparte clase. Para ello, se analiza si existen diferencias entre dichas variables y las dimensiones, encontrándose únicamente diferencias significativas ($p=.003$) entre la variable área en la que se imparte clase y la dimensión de facilidad de uso (D4), con un tamaño del efecto pequeño ($d_{Cohen}=.318$) (Figura 2). En particular, los resultados de la prueba de Dwass-Steel-Critchlow-Fligner muestran diferencias ($p = .003$) entre los docentes que imparten “Biología y Geología” y los que imparten “Tecnología”; así como existen diferencias significativas ($p= .027$) entre las áreas de “Física y Química” y “Biología y Geología”. Además, se destaca la variable de áreas impartidas como una de las que más ítems con diferencias significativas contiene (ver Tabla 3).

Figura 2

Áreas impartidas



* $p<.05$; ** $p<.01$; *** $p<.001$

Por otro lado, respecto a la edad no se encuentran diferencias significativas en las dimensiones, pero, como se puede observar en la Tabla 3, sí en el ítem D3.1 ($p = .033$). Así, encontramos que los docentes menores de 31 años exploran menos las distintas posibilidades que ofrecen las simulaciones virtuales antes de emplearlas con los estudiantes que los docentes que tienen entre 51 y 60.

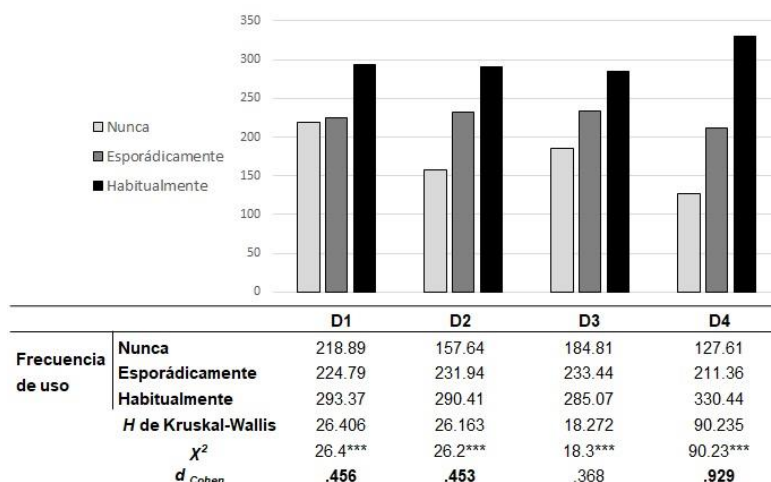
Es relevante que no se hayan encontrado diferencias significativas en las dimensiones en función de los años de experiencia docente ni respecto a su género. Respecto a los ítems, tan solo se ha encontrado que las mujeres tienen más en cuenta las características de sus estudiantes a la hora de diseñar experiencias de aprendizaje empleando simulaciones virtuales (ítem D3.2) ($p = .009$).

3.3.2. Frecuencia de uso

En la frecuencia de uso de las simulaciones virtuales por parte de los docentes se observan diferencias significativas en las cuatro dimensiones. Estas diferencias ($p < .001$) se obtienen, principalmente, entre los docentes que utilizan simulaciones virtuales de forma esporádica y los que las utilizan habitualmente (Figura 3). En particular, al considerar el desarrollo de la práctica docente (D1) el tamaño del efecto es el deseado ($d_{Cohen} = .456$) considerando la escala de Hattie (2009). Respecto a D2 y D3, en la Figura 3 se observa una clara tendencia en los rangos, indicando que aquellos docentes con mayor competencia en planificación didáctica (D2) y autorreflexión (D3) son los que utilizan las simulaciones virtuales habitualmente, obteniendo un tamaño del efecto deseado ($d_{Cohen} = .453$) y pequeño ($d_{Cohen} = .368$), respectivamente. Respecto a D4, se observa que los que más frecuencia de uso hacen de las simulaciones, menos dificultades encuentran (D4), siendo el efecto de estas diferencias significativas el deseado ($d_{Cohen} = .929$), según la escala de Hattie (2009) y muy alto según la escala de Cohen (1988).

Figura 3

Frecuencia de uso en las distintas dimensiones



* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Cabe destacar que la frecuencia de uso es la variable en la que se encuentran un mayor número de ítems con diferencias estadísticamente significativas (ver Tabla 3).

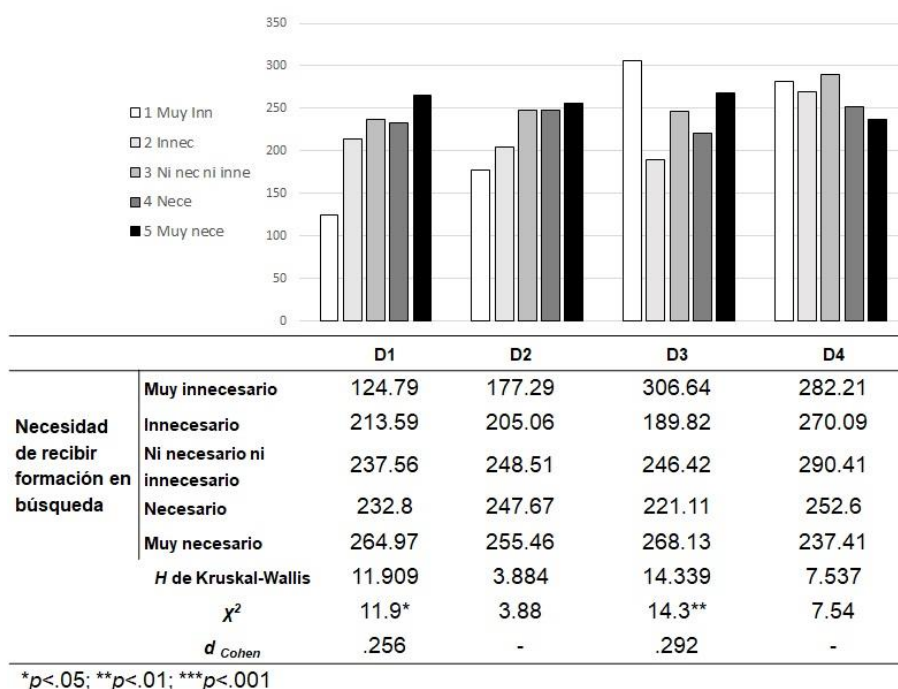
3.3.3. Formación sobre simulaciones virtuales

Al analizar si existen diferencias significativas entre las dimensiones y las variables de formación en el uso de simulaciones, encontramos diferencias entre la D1 y la D3 y la necesidad de recibir formación en la búsqueda y selección de simulaciones.

Al respecto, el análisis de los rangos (Figura 4) muestra que los docentes con mayor competencia en el desarrollo de la práctica docente (D1) son los que más necesaria ven la formación en la búsqueda y selección de simulaciones. El análisis revela que dichas diferencias son significativas ($p=.018$), aunque tienen un tamaño del efecto pequeño. Análogamente, los docentes con mayor competencia en la planificación didáctica (D2) son los que más necesaria ven la formación, aunque en este caso las diferencias no son significativas. Por otro lado, aunque no existe una clara tendencia en los rangos relativos a la autorreflexión de la práctica docente (D3), sí que se encuentran diferencias significativas ($p=.006$) entre los docentes que ven necesario y muy necesario recibir este tipo de formación ($d_{Cohen}=.292$). Respecto a D4, aunque no se observan diferencias significativas, sí se encuentran estas diferencias en varios ítems, entre los que destaca que los docentes que conocen diversas simulaciones virtuales son los que menos necesario ven la necesidad de formación en la búsqueda (ítem D4.2) ($p<.001$; $d_{Cohen}=.369$).

Figura 4

Necesidad de formación en la búsqueda y selección de simulaciones virtuales en las distintas dimensiones



Aunque no se han observado diferencias significativas entre las dimensiones y la variable de formación recibida, sí se observan varios ítems con diferencias significativas. En este sentido, destaca que los docentes que no han recibido formación previa sobre simulaciones virtuales encuentran más dificultades a la hora de seleccionar la simulación virtual adecuada (ítem D4.4) ($p < .001$; $d_{Cohen} = .253$).

Por otro lado, en cuanto a la necesidad de recibir formación para aprovechar las posibilidades didácticas de las simulaciones y a la necesidad de recibir formación para integrarlas en el aula, no se encuentran diferencias significativas en las dimensiones pero sí entre varios ítems (Tabla 3).

4. Discusión y conclusiones

La percepción de la competencia digital docente en el uso de simulaciones virtuales analizada en este trabajo acota la CDD (Cabero-Almenara et al., 2020; Marimon-Martí et al., 2022) a un recurso determinado, las simulaciones virtuales. En particular, se han analizado cuatro dimensiones de la competencia en el uso de simulaciones (desarrollo de la práctica docente, planificación didáctica, autorreflexión y facilidad de uso), estudiando tres conjuntos de variables en los docentes (sociodemográficas y laborales, frecuencia de uso y formación).

En relación al primer objetivo de este trabajo, se concluye que los docentes presentan un nivel medio de competencia autopercebida en el uso de simulaciones virtuales, al igual que se ha encontrado en estudios sobre CDD (Falcó, 2017). De las cuatro dimensiones, destaca la autorreflexión, considerada especialmente importante para la labor docente (Méndez & Conde, 2018). Las dimensiones están correlacionadas, destacando la relación entre la planificación y la autorreflexión docente, dos de las dimensiones del desempeño docente destacadas por Carlos-Guzmán (2016). Además, la mayoría de los docentes exploran las posibilidades de las simulaciones virtuales antes de emplearlas y tienen en cuenta las características de los estudiantes en el diseño de experiencias de aprendizaje empleando estas herramientas. Estos resultados se relacionan con lo encontrado por Cabero-Almenara et al. (2020), los cuales destacan el avance del profesorado hacia la adaptación a las necesidades del alumnado. Así mismo, los docentes encuentran dificultades a la hora de seleccionar la simulación virtual adecuada, siendo la principal necesidad formativa esgrimida por los docentes para la inclusión de las simulaciones en el aula, como ya fue observado por Lee et al. (2021).

Respecto al segundo objetivo, no se han observado diferencias en función de las variables sociodemográficas (edad, género y experiencia). En cuanto al género, los resultados son similares a los encontrados previamente para la CDD (Marimon-Martí et al., 2022). Sin embargo, en función de la edad sí se evidencian diferencias respecto a la CDD (Marimon-Martí, 2022). Esto puede deberse a la propia naturaleza del objeto del estudio, puesto que el análisis de la CDD incluye dimensiones más próximas a la alfabetización digital que a la integración tecnológica, que es el foco de este y otros trabajos recientes (Falloon, 2020). Como indican Fuentes et al. (2019), el uso de la tecnología enfocado en un recurso concreto termina siendo un proceso que puede estar dirigido, controlado y orientado

por una formación adecuada, siendo independiente del nivel de alfabetización digital del docente.

Respecto al área científica en la que el docente imparte clase, son los docentes de Biología y Geología los que menor competencia han demostrado. El que estos docentes encuentren más dificultades en el uso de simulaciones virtuales que los docentes de Física y Química o Tecnología puede relacionarse con una mayor variedad de simulaciones adaptadas a niveles educativos de Secundaria en Física y Química (Chan et al., 2021), frente a la Biología y Geología, así como al alto nivel de competencia digital del profesorado de Tecnología.

Respecto a la frecuencia en el uso de simulaciones, se concluye que los docentes con mayor competencia percibida en el uso de simulaciones son aquellos que las usan habitualmente en sus aulas. Por lo tanto, la familiarización con la herramienta se relaciona con una adecuada percepción del uso de la misma, tanto a nivel de desarrollo de la práctica docente, como de planificación y de facilidad de uso percibida (Mayer, 2019). Como explican Fuentes et al. (2019) la mejora de la competencia digital no sólo se consigue realizando cursos, es prioritario ponerlo en práctica de manera habitual para mejorar estas destrezas y adaptarlas a los continuos avances de la tecnología (Feixas et al., 2013).

Finalmente, se concluye que los docentes que presentan mejores resultados de competencia digital en el desarrollo de la práctica docente y la autorreflexión son aquellos que ven más necesaria la formación en la búsqueda y selección de simulaciones virtuales. Estos resultados podrían deberse a que un mayor conocimiento implica que sean más conscientes de la necesidad de seleccionar simulaciones virtuales adecuadas (Méndez & Conde, 2018). Es interesante destacar que si no se satisfacen estas necesidades a corto o medio plazo, la actitud del profesorado hacia el uso de simulaciones puede verse afectada negativamente (Lee et al. 2021).

Entre las limitaciones de este trabajo, cabe considerar que se ha realizado un muestreo no probabilístico de tipo casual, por lo que no se puede asegurar la representatividad de la muestra. Además, aunque el tamaño de la muestra es adecuado, al realizar un análisis inferencial, las submuestras delimitadas por cada una de las variables consideradas podrían ser mayores. Por otro lado, la recogida de información podría complementarse con entrevistas personales, con el fin de realizar un análisis cualitativo más detallado que aporte luz a un futuro proceso formativo.

En definitiva, los resultados encontrados evidencian la necesidad de formación en la búsqueda, selección y uso de simulaciones virtuales, a la vez que plantean el interés de seguir profundizando en las necesidades más concretas del profesorado de áreas STEM respecto a su formación digital. Estas necesidades deben ser tenidas en cuenta en futuros planes de formación inicial del profesorado. Además, sería interesante, en próximas investigaciones, relacionar las competencias docentes en el uso de simulaciones virtuales con las actitudes del profesorado ante su uso.

5. Financiación

Esta investigación ha sido financiada mediante las convocatorias competitivas Proyecto-Reto UNIR 2020 y Proyectos Propios de Investigación UNIR 2022.

Teacher digital competence in the use of virtual simulations: STEM teachers' perception

1. Introduction

The implementation of Information and Communication Technologies (ICT) in education has recently undergone important changes. For example, ICT is now being supported by the European Commission through its Digital Agenda initiative (Brevik et al., 2019). However, the effective use of technologies by teachers is a complex task that requires a set of practical skills, knowledge, attitudes (Bai et al., 2019) known collectively as Teacher's Digital Competence (TDC). (Rodríguez-García et al., 2019). Developing TDC primarily entails the acquisition of knowledge and technical skills in the use of digital tools and the implementation of these tools in the classroom. These include didactic, curricular and methodological planning skills (Falloon, 2020; Verdú-Pina et al., 2023). Some current definitions of TDC also include legal, ethical, and security concerns related to technologies (INTEF, 2017; Redecker & Punie, 2017), as well as an understanding of the role of ICT in society. These more expansive definitions promote a balanced, fluid, and mature attitude towards technology (Engen, 2019; Falloon, 2020). Most of the abovementioned dimensions are included in the Spanish and European (DigCompEdu) reference frameworks (Redecker & Punie, 2017; INTEF, 2017). However, the definition of Teachers' Digital Competence can be widened and modified according to societal needs, technological development, and the relationship between these technologies and society.

In the experimental sciences, hands-on work is essential for developing STEM (Science, Technology, Engineering, Mathematics) skills (Espinosa-Ríos et al., 2016; López-Cortés et al., 2021). Enhancing the skills of applied experimentation, critical analysis and problem solving are also critical to the development of STEM competencies (Perales-Palacios & Aguilera, 2020). However, laboratories may be unavailable for hands-on work because of logistical, space, or economic limitations. Virtual simulations can be used to overcome the challenges of laboratory unavailability while maintaining the benefits of hands-on work (Blake & Scanlon, 2007; Smetana & Bell, 2014). The benefits are maintained at a macroscopic scale. In addition, virtual simulations provide the added benefit of microscopic and submicroscopic scales of visualization.

Virtual simulations facilitate user interactions with representations of real phenomena or systems (Chan et al., 2021; Sypsas et al., 2018). This user interactions encourage students to observe and manipulate objects, variables, and phenomena, and through the representations, to visualize the differences that result from these manipulations (Blake & Scanlon, 2007; Smetana & Bell, 2014). Virtual simulation tools also promote the scientific method and inquiry and the concomitant acquisition of scientific skills. In addition, these tools promote a positive attitude towards science (Fan & Geelan, 2013; Perkins et al., 2012). In light of their great potential, virtual simulations should be promoted in science classrooms by teachers and teacher trainees alike. (D'Angelo et al., 2014; Waight et al., 2014). Teachers play a key role in the effective use of simulations (Rutten et al., 2012). While teachers are interested in employing virtual simulations, they lack the necessary training to do so (Lee et

al. 2021). This lack of training leads to a significant digital divide in terms of access, knowledge, and level of use.

Maximizing the benefit from simulations and virtual laboratories is dependent on TDC levels (INTEF, 2017; Tourón et al., 2018). The CDUSV questionnaire is used to determine the level of TDC in this area. This instrument is used to analyze the self-perception of secondary school STEM teachers regarding their digital competence in the use of virtual simulations (Gómez et al., 2022).

The CDUSV questionnaire is based on 4 dimensions that are derived from the following resources: 1) the European reference framework of digital teaching competence (INTEF, 2017); 2) the principles of the TPACK model (Technological Pedagogical Content Knowledge). These principles emphasize that successful implementation requires the integration of this technology in the didactic process (Cabero-Almenara et al., 2020; Koehler & Mishra, 2008); and 3) literature on using virtual simulations in the classroom (Lee et al., 2021; Rutten et al., 2012; Smetana & Bell, 2014).

Firstly, the "Development of teaching practice (D1)" dimension is defined as the role the teacher plays when developing a lesson that employs virtual simulations. This dimension includes subject matter knowledge, as defined by Roque Herrera et al. (2022), Martín (2019), and Carlos-Guzmán (2016). This dimension also includes the application of diverse pedagogical models (Gómez, 2016) and the analysis of the student challenges.

Secondly, the "Didactic Planning (D2)" dimension assesses the planning and design of didactic sequences with virtual simulations, that significantly contribute to the STEM teaching and learning process (Mayer, 2019). D2 also assesses the evaluation of these sequences (Nolasco et al., 2016). Thirdly, the "Self-reflection of teaching practice (D3)" dimension evaluates teachers' prior assessment of student characteristics (Méndez & Conde, 2018) and the possibilities offered by the simulations. This dimension also evaluates teachers' self-evaluation and reflection upon having developed didactic proposals in the classroom (Torres et al., 2020).

Finally, the "Ease of virtual simulation use (D4)" dimension refers to knowledge of specific technological resources and the challenges to achieving a successful outcome (Lee et al., 2021). These challenges include time management and doubt resolution (Fuentes et al., 2019). This questionnaire can be used to identify the shortcomings and the needs in the training provided for implementing visual simulations. The goal of the questionnaire is to guide the development of permanent training plans that are adapted to the needs that are identified. The training plans can subsequently be used reduce the existing Digital Divide.

To this end, this study had the following objectives, to:

1. Analyze the self-perceived teachers' digital competence in the use of virtual simulations among STEM teachers.
2. Determine the relationship between self-perceived digital competence in the use of virtual simulations, and the following: sociodemographic and employment variables, frequency of use, and amount of training received.

2. Methodology

2.1. Study Design

The goal of this study is to evaluate the Secondary School STEM teachers' self-perception of their skills in using virtual simulations. This was a quantitative, non-experimental, descriptive, association, and correlational study with a cross-sectional design.

2.2. Sample

The sample consisted of 500 Secondary School teachers and was obtained using a non-probability convenience sampling method. This sample includes teachers from all 17 Spanish Autonomous Communities. A combined plurality of teachers were from the Valencian Community (20.6%), the Region of Murcia (13.2%) and Andalusia (11.2%). A majority were public school teachers (82.4%). The rest were employed by either state-subsidized (14.8%) or private (2.8%) schools. Seventy-four percent of teachers taught at urban schools while 26% were employed by rural schools.

When a non-probability sample is used, a sample size of at least 400 participants is adequate in the case where the population consists of more than 5000 individuals (Cardona, 2002).

2.3. Instrument design and data collection procedure

The CDUSV questionnaire consists of 26 five-point Likert scale items that evaluate the self-perception of teachers' digital competence in the use of virtual simulations ([Link to questionnaire](#)). In addition, the questionnaire consists of several sociodemographic and employment questions, for example, gender, age, years of teaching experience, area where school is located (e.g. urban, rural) and type of school. Other questions were used to assess the frequency of virtual simulation use and the amount of training received.

The CDUSV is a validated instrument (Gómez et al., 2022) that is composed of four dimensions: Development of teaching practice (D1); Didactic planning (D2); Self-reflection of teaching practice (D3); and Ease of virtual simulation use (D4). The validity of these dimensions was verified via the calculation of satisfactory model fit index values: 1) the GFI index value was .990 (>0.95 is considered a good fit); 2) The NNFI coefficient obtained was .963, which is considered a satisfactory value (Ferrando & Anguiano-Carrasco, 2010); 3) the RMCR was .039, lower than the limit value of .050 and lower than the recommended criterion of Kelley (1935), which for these data is .055. Therefore, the observed residual values were very close to zero; and 4) the RMSEA index had a value of 0.066, indicating an admissible fit (Lloret-Segura et al., 2014). The RMSEA estimates the approximation error of the proposed model.

To ensure the internal consistency of this instrument with respect to the sample of teachers in this study, the reliability of the instrument was calculated using Cronbach's alpha coefficient, which gave the following scores: $\alpha(D1)=.86$; $\alpha(D2)=.84$; $\alpha(D3)=.84$; and $\alpha(D4)=.71$. The scores of all four factors were higher than .70, indicating that the factors that made up the instrument were highly reliable (Cohen et al. 2006), The global Cronbach α

index of this instrument was $\alpha=.92$, confirming the high reliability of this instrument (Dwyer & Bernauer, 2014).

This questionnaire was manually sent by email to 6,700 public, state-subsidized, and private schools in Spain. The questionnaire was kept open from the second half of January to May 2022. The anonymity of participants was maintained throughout the study.

2.4. Data analysis

The data was analyzed using Excel, SPSS 25 and Jamai 2.3.21. Items D4.4 and D4.7 (described in a negative sense) were inverted so that they were in the same sense as the rest of the items in the dimension.

The possibility of missing cases was ruled out. Outliers for each dimension were identified using the Bonferroni test (De Carlo, 1997). Discarding outliers from each dimension led to a sample loss of less than 1%. The normality of the sample was assessed by conducting, for each item, a Kolmogorov-Smirnov analysis and a multivariate test of asymmetry and kurtosis (Mardia, 1970). Test results indicated that the data were not normally distributed ($p<.001$, George & Mallery, 2001). Therefore, non-parametric statistical methods were in the inferential analysis.

A descriptive analysis of the items and dimensions was conducted. A value for each dimension was determined by averaging the values of the items comprising the dimension. For non-parametric samples, Spearman's correlation values were calculated between the four dimensions.

In the case of dichotomous variables, inferential contrast analyses were performed using the Mann-Whitney U test. The Kruskal-Wallis H test was used in the analysis of all other variables. These tests assessed the null hypothesis of equality between groups. The pairwise data analyses was conducted using the Dwass-Steel-Critchlow-Fligner test. The significance level for each test was set at .05.

To determine the effect size of the significant data, the d_{Cohen} statistic was calculated from the results of the Kruskal-Wallis test (Cohen, 2008; Fritz et al., 2012, p. 12; Lenhard & Lenhard, 2016). A d_{Cohen} value of $<.20$ indicates no effect; d_{Cohen} values between .21 to .49 indicate a small effect; d_{Cohen} values from .50 to .79 indicate a moderate effect; and d_{Cohen} values $>.80$ indicate a large effect (Cohen, 1988). However, in the case of education studies, d_{Cohen} values of $<.20$ indicate very low effects; d_{Cohen} .20 and .39 are considered low effects (the "teacher effect"); and d_{Cohen} values $>.4$ indicate desirable effects, according to the scale used by Hattie (Hattie 2009).

3. Analysis and Results

3.1. Sample Description

The study sample consisted of 500 teachers who teach Mathematics (22%), Physics and Chemistry (28%), Biology and Geology (13.6%), Technology (13.2%), or more than one of these (23.2%). Twenty-six percent of the teachers had less than 5 years of teaching

experience, 18.2% had between 5 and 10 years of experience, 23.4% had between 11 and 20 years of experience, and 37.6% had more than 20 years of teaching experience.

Meanwhile, 6.6% percent of the teachers were under 31 years of age, 20.6% were between 31 and 40 years of age, 37% were between 41 and 50 years of age, 33% were between 51 and 60 of age and, 2.8% were older than 60 years of age. In addition, 62% were women and 37.8% were men.

Most of the teachers who participated in the study had used virtual simulations in the past, but at different frequencies: 3.6% had never use them, 61% of teachers were using them occasionally and 35.4% were using them often. In addition, only 22.8% of the teachers had received any training on the use of virtual simulations. This percentage helps explain why 51.9% and 27.7% teachers considered training very necessary and necessary, respectively, to be able to take advantage of the didactic potential of these tools. In addition, 48.1% and 28.7% considered it very necessary and necessary, respectively, to receive training on how to integrate virtual simulations in the classroom. Meanwhile, 53.7% and 29.5% considered it very necessary and necessary, respectively, to receive information on how to search for and select virtual simulations.

3.2. Self-perception of teachers' digital competence.

The results of the descriptive analysis of the sample (N=500) are presented according the dimensions that make up the CDUSV questionnaire (Table 1). To facilitate comparisons between dimensions, averages of the results for each participant were calculated in order to obtain a common measurement scale for all dimensions. As a result, some reported median, mode and minimum values of dimensions appear in decimal form. In order to facilitate interpretation of the self-perceived teachers' digital competence in the use of virtual simulations, mean values were categorized in the following way: low level [1, 3); medium level [3, 4); and high level [4, 5]. The mean scores of the dimensions were > 3 points (average level of self-perceived competence), with a slight standard deviation <.85 in all cases (Table 1). The mean score of the dimension of self-reflection of teaching practice (D3) had the highest mean and median values and the dimension of didactic planning (D2) had the lowest mean value.

Correlation values (Spearman's ρ) between dimensions are presented in Table 2. Importantly, there was a significant correlation between all dimensions. Furthermore, the highest (direct) correlation was found between didactic planning (D2) and self-reflection of teaching practice (D3). Meanwhile, the development of teaching practice (D1) was the dimension that is least correlated with the other dimensions.

Table 1*Descriptive analysis of each dimension.*

	Development of Teaching Practice (D1)	Didactic Planning (D2)	Self-reflection (D3)	Ease of Use (D4)
n	497	499	499	500
Average	3.5677	3.2779	3.9145	3.408
Median	3.5714	3.3333	4	3.3333
Mode	3.86	3.83	4 ^a	3.33
Standard Deviation	.7152	.8363	.7293	.6215
Minimum	1	1	1.17	1.5
Maximum	5	5	5	5

^a Multiple modes were observed. The smallest value is reported here.

Table 2*Correlations between dimensions*

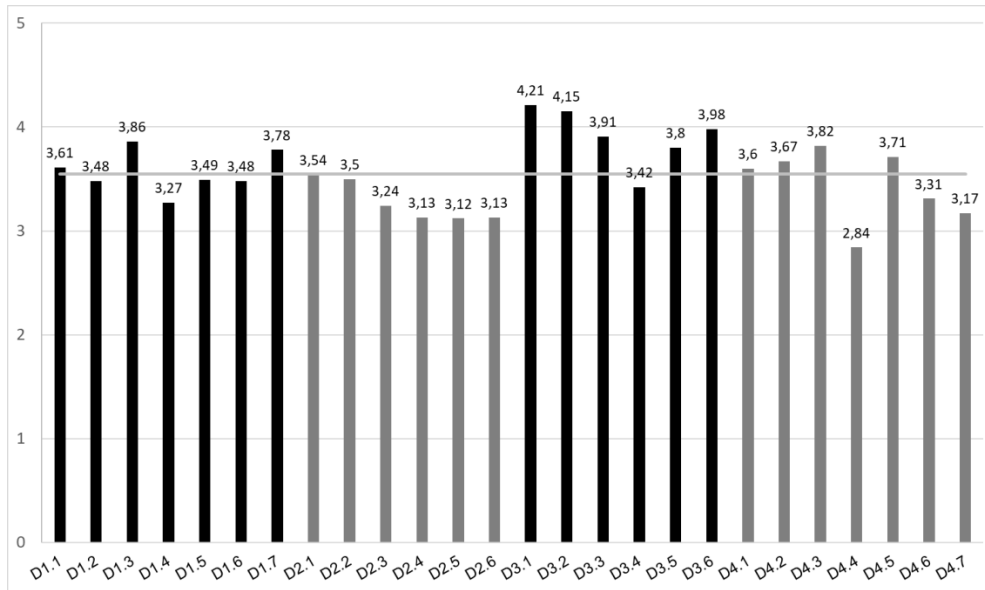
	D1	D2	D3	D4
D1	1			
D2	.246*	1		
D3	.327*	.554*	1	
D4	.201*	.475*	.487*	1

* Correlations are considered significant at a level of .01 (bilateral)

Furthermore, items associated with didactic planning (D2) gave mean scores that were below the global mean (3.55), while items from the dimension self-reflection in teaching practice (D3) generally gave means above the global average (Figure 1). Importantly, teachers reported low competence (<3) in the following item: they found it quite challenging to select the appropriate virtual simulation (item D4.4, mean= 2.84). Teachers reported high competence in the following two items (>4): 1) most teachers do explore the possibilities of virtual simulations before using them with students (item D3.1. with a mean of 4.21) and; 2) teachers take into account the characteristics of the students when designing significant learning experiences using these tools (item D3.2 with a mean of 4.15).

Figure 1

Average values for each item.



3.3. Differences in the self-perception of teaching competence in the context of the variables studied

Items with statistically significant differences with respect to the variables in this study are presented in Table 3. The results in Table 3 are organized in a way that makes it easier to identify variables that have more items with significant differences.

Three variables stand out: the frequency of use of virtual simulations, the courses taught by the teachers, and the need to receive training on how to search for virtual simulations. Each of these variables is analyzed in detail below. The absence of differences for the other variables is also explained.

3.3.1. Employment and sociodemographic variables.

The following sociodemographic and employment variables are assessed in this study: age, gender, years of teaching experience, and courses taught. We analyzed whether or not there were differences between these variables in each dimension. We only found significant differences ($p = .003$) between the courses taught and the dimension ease of virtual simulation use (D4), a result with a small effect size ($d_{Cohen} = .318$, Figure 2). The results of the Dwass-Steel-Critchlow-Fligner test show differences ($p = .003$) in the D4 dimension between teachers who taught "Biology and Geology" and those who taught "Technology". There were also significant differences ($p = .027$) between "Physics and Chemistry" and "Biology and Geology" teachers. In addition, the variable of courses taught is the one that contains the most items with significant differences (see Table 3).

Table 3

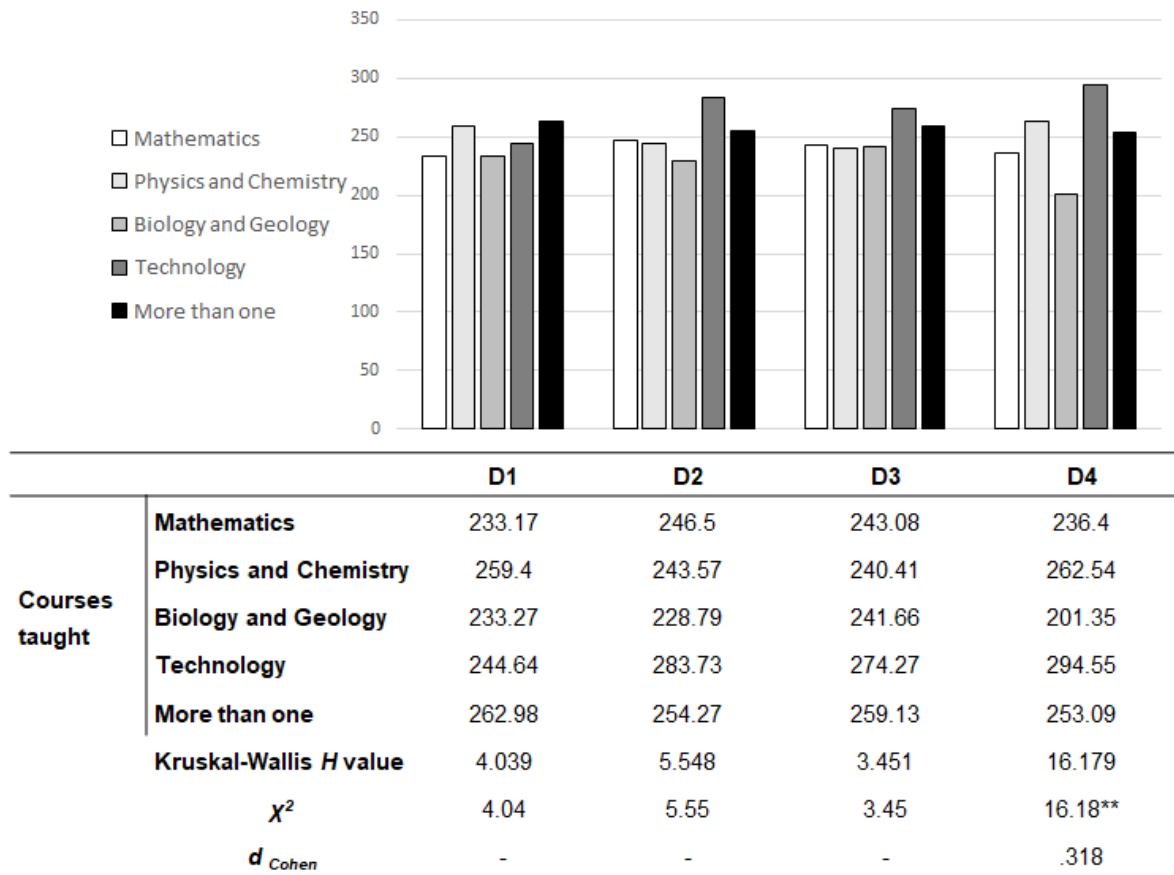
Significant differences by item.

		Age	Gender	Experience	Courses taught	Frequency of use	Training received	Need for training on use	Need for training on integration	Need for training on searching
D1	D1.1				●	●				
	D1.2				●	●				
	D1.3				●	●				
	D1.4				○	●		○		
	D1.5					●				
	D1.6								○	○
	D1.7					○				
D2	D2.1				●	●				
	D2.2				●	●				
	D2.3						○			
	D2.4									
	D2.5				○	●	○			
	D2.6				●	●				
D3	D3.1	○			○	●				
	D3.2		●							○
	D3.3					●	○			○
	D3.4					●				
	D3.5					○		○		●
	D3.6							●	○	●
D4	D4.1				○	●	○			
	D4.2				●	●		●		●
	D4.3				●	●	○			○
	D4.4				●	●	●			●
	D4.5				●	●				
	D4.6				●	●				
	D4.7					●				○

Note: (p >= .05); ○ (p < .05); ● (p < .01); ● (p < .001).

Figure 2

Courses taught.



* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

With respect to age, there are no significant differences in the dimensions and only one significant difference found in the following items: D3.1 ($p = .033$, Table 3). Thus, we found that teachers under 31 years of age are less likely to explore the possibilities of virtual simulations before using them with students than teachers between 51 and 60 years of age.

Importantly, no differences were found in the dimensions with respect to the years of teaching experience or gender. Regarding specific items, women more often take into account the characteristics of their students when designing virtual simulation learning experiences (item D3.2) ($p = .009$) than do men.

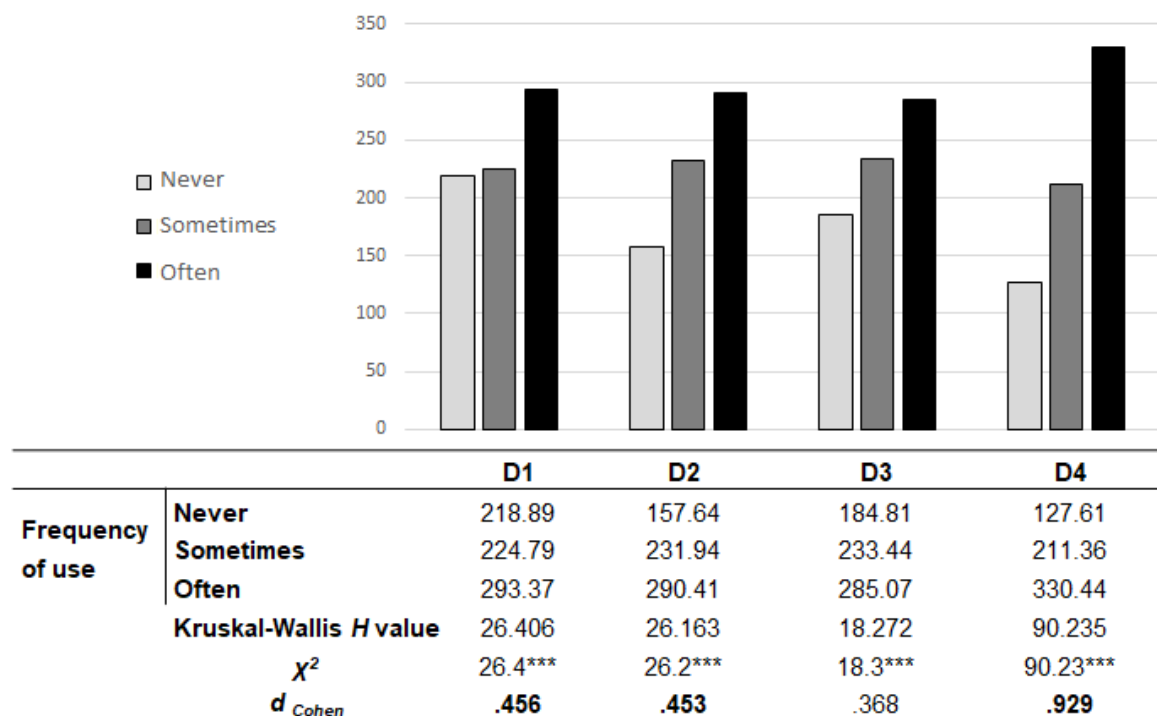
3.3.2. Frequency of Use

Significant differences were observed in all four dimensions with respect to the frequency of use variable. These differences were mainly observed between teachers who used virtual simulations sometimes and those who used them often ($p < .001$, Figure 3). This is particularly evident in the dimension development of teaching practice (D1), where the effect size was classified as “as desired” ($d_{Cohen} = .456$), according to the Hattie scale

(Hattie, 2009). Figure 3 shows a clear trend in the ranks of D2 and D3, indicating that those teachers with greater competence in didactic planning (D2) and self-reflection (D3) were also those who often use virtual simulations. These results had a desired effect size ($d_{Cohen} = .453$) and a small ($d_{Cohen} = .368$) effect size in D2 and D3, respectively. Those who use the simulations more frequently encounter fewer challenges (D4). The effect size of these significant differences were classified as “as desired” ($d_{Cohen} = .929$), according to the Hattie scale (Hattie, 2009) and very high according to the Cohen scale (Cohen, 1988).

Figure 3

Frequency of use in the different dimensions.



* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

Importantly, the frequency of use is the variable with the largest number of items with statistically significant differences (see Table 3).

3.3.3. Training on Virtual Simulations

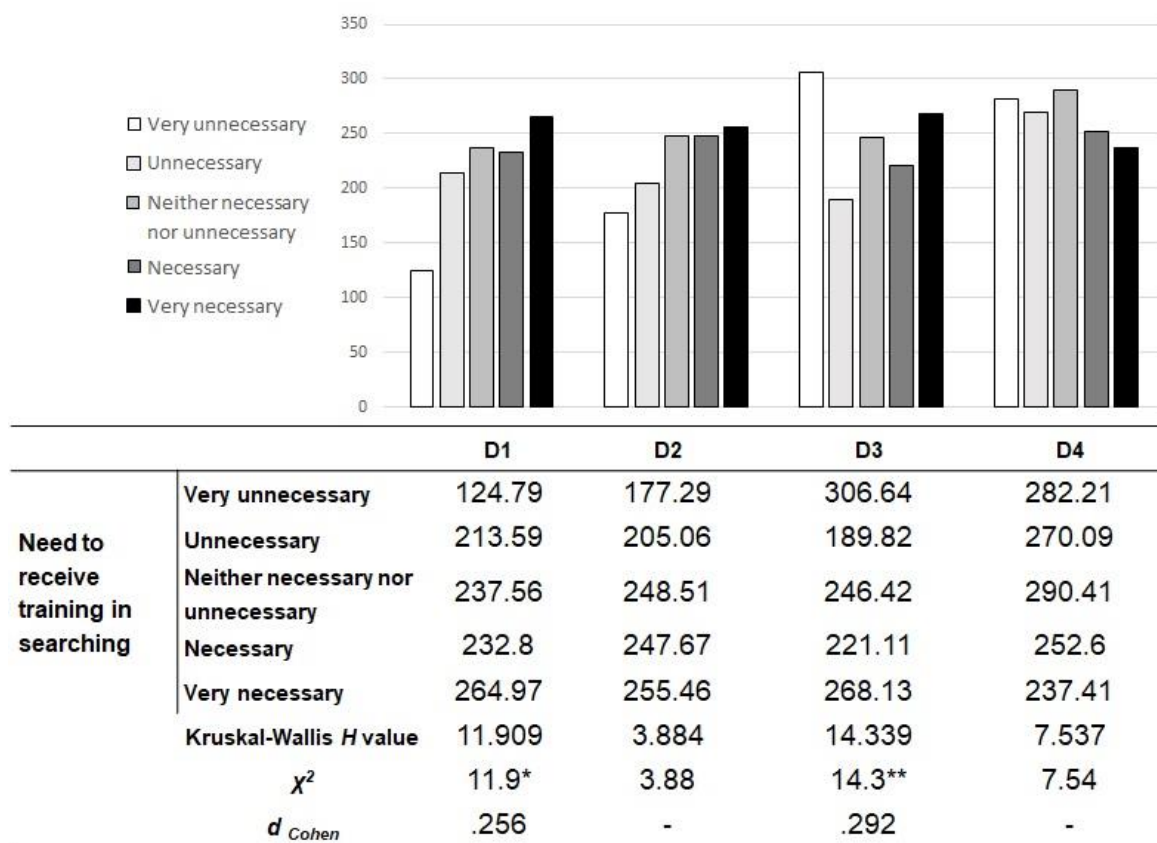
When assessing differences between the different dimensions and the training variables, we found differences between D1 and D3 and the need to receive training in both searching and selecting simulations.

An analysis of the ranks revealed that teachers who were most competent in the development of teaching practice (D1) also believed most strongly in the need for training in searching and selecting simulations (Figure 4). These differences were significant ($p = .018$),

albeit with a small effect size. Likewise, the teachers who were most competent in didactic planning (D2) were also most strongly in agreement with the need for training. However, in latter case, the differences were not significant. There was no clear trend in the ranks related to self-reflection in teaching practice (D3). However, there were significant differences ($p = .006$) in D3 among teachers who saw it as necessary or necessary to receive this type of training ($d_{Cohen} = .292$). No significant differences were observed in dimension D4. Nevertheless, there were several differences in items within D4. For example, teachers who were familiar with various virtual simulations were also the ones who gave the least importance to the need for training in searching for simulations (item D4.2) ($p < .001$; $d_{Cohen} = .369$).

Figure 4

The need for training in searching and selecting virtual simulations, broken down by dimension.



* $p < .05$; ** $p < .01$; *** $p < .001$

No significant differences were observed between the dimensions and the training received variable. However, there were several items with significant differences. For example, teachers who had not received prior training on virtual simulations found it more challenging to select appropriate virtual simulations (item D4.4) ($p < .001$; $d_{Cohen} = .253$).

Meanwhile, no significant differences were found in the dimensions in the case of the variables of the need to receive training to take advantage of the didactic potential of simulations and the need to receive training to integrate simulations into the classroom. However, some differences were found between items (Table 3).

4. Discussion and Conclusion

In this study, the analysis of the perception of teachers' digital competence was limited to the specific resource of virtual simulations (Cabero-Almenara et al., 2020; Marimon-Martí et al., 2022). Four dimensions of competence in the use of simulations were analyzed in this study (development of teaching practice, didactic planning, self-reflection and ease of use). Three sets of teacher variables were assessed: sociodemographic and employment variables, frequency of use, and amount of training.

Regarding Objective 1, we conclude that, overall, teachers have a medium level of self-perceived competence in the use of virtual simulations. This result is consistent with other studies of TDC (Falco, 2017). Of the four dimensions, self-reflection appears especially important for teaching work (Méndez & Conde, 2018). The dimensions are correlated, particularly in the relationship between planning and teacher self-reflection. The latter two dimensions of teacher performance have previously been highlighted by Carlos-Guzmán (2016). In addition, most teachers explore the possibilities of virtual simulations before using them. Most teachers also take into account the characteristics of the student when designing learning experiences that employ these tools. These results are consistent with past reports by Cabero-Almenara et al. (2020), which highlight the progress teachers have made in adapting to the needs of students. Likewise, teachers encounter challenges in selecting appropriate virtual simulations. Therefore, teachers highlight the need for training in the process of selecting in simulations to incorporate in the classroom, as reported in the past (Lee et al., 2021).

Regarding Objective 2, no differences were observed in the sociodemographic variables (age, gender and experience). A similar result for gender was previously reported (Marimon-Martí et al., 2022). However, differences were evident in TDC between age groups, a result consistent with past studies (Marimon-Martí, 2022). This dependence on age may be a consequence of the focus of the study: the TDC analyses included dimensions more related to digital literacy than to technological integration. Technological integration is the focus of this and other recently published studies (Falloon, 2020). As indicated by Fuentes et al. (2019), the use of technology that focuses on a specific resource can be directed, controlled and guided by adequate training and can be accomplished in a way that is independent of a teacher's digital literacy level.

Regarding courses taught, Biology and Geology teachers display the least competence in the area of virtual simulations. These teachers find virtual simulations more challenging than their Physics and Chemistry and Technology counterparts. This result could be a consequence of the greater availability of simulations that are already adapted to secondary school Physics and Chemistry courses than those adapted for Biology and Geology courses (Chan et al., 2021). This result could also be related to the high level of digital competence of Technology teachers.

Regarding frequency of use, teachers with the greatest perceived competence in the use of simulations are also the ones who regularly use them in their classrooms. Therefore, being familiar with a tool is related to an adequate perception of its use. This is true both at the level of development of teaching practice, as well as the planning and the perceived ease of use (Mayer, 2019). As Fuentes et al. (2019) explained, improving digital competence is not only achieved by taking courses, but also by prioritizing putting this technology into practice on a regular basis. In this way, these skills can be improved and adapted with respect to future advances in technology (Feixas et al., 2013).

Meanwhile, teachers who report higher digital competence in the development of teaching practice and self-reflection are those who see the greatest need for training in searching and selecting virtual simulations. These results could be due to the fact that being more knowledgeable makes a teacher more aware of the need to select appropriate virtual simulations (Méndez & Conde, 2018). Interestingly, if these needs are not met in the short or medium term, teachers' attitudes towards the use of simulations may be negatively affected (Lee et al. 2021).

One of the limitations of this study lies in the use of a non-probabilistic convenience sampling method. Therefore, this may not be a representative sample. The sample size is adequate. Nevertheless, it would be better if the subsamples delimited by each of the variables were larger when performing the inferential analysis. In addition, a more detailed qualitative analysis that sheds light on a future training regime could be carried out if the data collection were to be complemented with personal interviews.

In summary, the results of this study demonstrate the need to provide training in the search, selection, and use of virtual simulations, while also suggesting the importance of further clarifying the digital training needs of STEM teachers. These needs should be taken into account for future early-stage teacher training plans. It would also be interesting in future studies to explore the relationship between teaching competency in the use of virtual simulations and the attitudes of teachers towards the use of these tools.

References

- Bai, B., Wang, J., & Chai, C.S. (2019). Understanding Hong Kong primary school English teachers' continuance intention to teach with ICT. *Computer Assisted Language Learning*, 4(34), 528-551. <https://doi.org/10.1080/09588221.2019.1627459>
- Blake, C., & Scanlon, E. (2007). Reconsidering simulations in science education at a distance: Features of effective use. *Journal of Computer Assisted Learning*, 23(6), 491-502. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2007.00239.x>
- Brevik, L.M., Gudmundsdottir, G.B., Lund, A., & Stromme, T.A. (2019). Transformative agency in teacher education: Fostering professional digital competence. *Teaching and teacher education*, 86, 1-15. <https://doi.org/10.1016/j.tate.2019.07.005>

- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Palacios-Rodríguez, A., & Llorente-Cejudo, C. (2020). Marcos de Competencias Digitales para docentes universitarios: su evaluación a través del coeficiente competencia experta. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(2). <https://doi.org/10.6018/reifop.413601>
- Cardona, M.C. (2002). *Introducción a los métodos de investigación en educación*. Editorial EOS.
- Carlos-Guzmán, J. (2016). ¿Qué y cómo evaluar el desempeño docente? Una propuesta basada en los factores que favorecen el aprendizaje. *Propósitos y Representaciones*, 4(2), 285-358. <https://doi.org/10.20511/pyr2016.v4n2.124>
- Chan, P., Van Gerven, T., Dubois, J., & Bernaerts, K. (2021). Virtual chemical laboratories: A systematic literature review of research, technologies and instructional design. *Computers and Education Open*, 2. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100053>
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences* (2. Auflage). Hillsdale, NJ: Erlbaum
- Cohen, B. (2008). *Explaining psychological statistics* (3rd ed.). John Wiley & Sons.
- D'Angelo, C., Rutstein, D., Harris, C., Bernard, R., Borokhovski, E. & Haertel, G. (2014). Simulations for STEM learning: systematic review and meta-analysis. *SRI Education*, 58.
- De Carlo, L. T. (1997). On the meaning and use of kurtosis. *Psychological Methods*, 2, 292-307.
- Engen, B. K. (2019). Comprendiendo los aspectos culturales y sociales de las competencias digitales docentes. *Comunicar*, 27(61), 9-19. <https://doi.org/10.3916/C61-2019-01>
- Espinosa-Ríos, E. A., González-López, K. D., & Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: Una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281. <https://doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>
- Falcó, J. M. (2017). Evaluación de la competencia digital docente en la comunidad autónoma de Aragón. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 19(4), 73-83. <https://doi.org/10.24320/redie.2017.19.4.1359>
- Falloon, G. (2020). From digital literacy to digital competence: the teacher digital competency (TDC) framework. *Educational Technology Research and Development*, 68, 2449-2472. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09767-4>
- Fan, X., & Geelan, D. R. (2013). Enhancing students' scientific literacy in science education using interactive simulations: A critical literature review. *J. Computer in Mathematics & Science Teaching*, 32(2), 125-171.
- Feixas, M., Duran, M. M., Fernández, I., Fernández, A., García San Pedro, M. J., Márquez, M. D., Pineda, P., Quesada, C., Sabaté, S., Tomàs, M., Zellweger, F., & Lagos, P. (2013). ¿Cómo medir la transferencia de la formación en educación superior?: El cuestionario de factores de transferencia. *Revista De Docencia Universitaria*, 11(3), 219-248. <https://doi.org/10.4995/redu.2013.5527>

- Ferrando, P. J., & Anguiano-Carrasco, C. (2010). El análisis factorial como técnica de investigación en psicología. *Papeles del Psicólogo*, 31(1), 18-33.
- Fritz, C. O., Morris, P. E., & Richler, J. J. (2012). Effect size estimates: Current use, calculations, and interpretation. *Journal of Experimental Psychology: General*, 141(1), 2-18. <https://doi.org/10.1037/a0024338>
- Fuentes, A., López, J. & Pozo, S. (2019). Análisis de la competencia digital docente: Factor clave en el desempeño de pedagogías activas con realidad aumentada. *REICE. Revista Iberoamericana Sobre Calidad, Eficacia Y Cambio En Educación*, 17(2), 27-42. <https://doi.org/10.15366/reice2019.17.2.002>
- George, D., & Mallery, P. (2001). *SPSS for Windows Step by Step: A Simple Guide and Reference*. Allyn & Bacon.
- Gómez, I. M. (2016). La inclusión de las tecnologías en la formación inicial del profesorado: una intervención de aula a través del modelo TPACK. *Tendencias pedagógicas*, 28, 133-152. <https://doi.org/10.15366/tp2016.28.010>
- Gómez, R., Palacios, A., Moreno-Mediavilla, D., & Barreras, Á. (2022). Competencias docentes en el uso de simulaciones virtuales STEM: diseño y validación de un instrumento de medida (CDUSV). *Bordón, Revista de Pedagogía*, 74(4), 85-102. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94154>
- Hattie, J. (2009). *Visible Learning*. Routledge.
- INTEF (2017). *Marco de Competencia Digital*. Ministerio de Educación, Ciencia y Deportes
- Kelley, T. L. (1935). *Essential traits of mental life*. *Harvard Studies in Education*, vol. 26. Harvard University Press.
- Koehler, M. J., & Mishra, P. (2008). Introducing Technological Pedagogical Content Knowledge. In AACTE Committee on Innovation and Technology (Eds.), *Handbook of Technological Pedagogical Content Knowledge (TPCK) for Educators*, 3-29.
- Lee, W.C., Neo, W.L., Chen, D.T., & Lin, T.B. (2021). Fostering changes in teacher attitudes toward the use of computer simulations: Flexibility, pedagogy, usability and needs. *Educ Inf Technol* 26, 4905–4923. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10506-2>
- Lenhard, W., & Lenhard, A. (2016). *Computation of effect sizes*. *Psychometrica*. <http://doi.org/10.13140/RG.2.2.17823.92329>
- Lévy, J. P., Varela, J., & Abad, J. (2006). *Modelización con estructuras de covarianzas en ciencias sociales: temas esenciales, avanzados y aportaciones especiales*. Netbiblio.
- Lloret-Segura, S., Ferreres-Traver, A., Hernández-Baeza, A., & Tomás-Marco, I. (2014). El análisis factorial exploratorio de los ítems: una guía práctica, revisada y actualizada. *Anales de Psicología*, 30(3), 1151-1169. <https://doi.org/10.6018/analesps.30.3.199361>

- López-Cortés, F., Moreno, E. R., Palmas-Rojas, C., & Rubilar, C. M. (2021). Niveles de representación externa de estudiantes de educación secundaria acerca de la división celular mitótica: una experiencia con realidad aumentada. *Pixel-Bit. Revista De Medios Y Educación*, 62, 7-37. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.84491>
- Mardia, K. V. (1970). Measures of multivariate skewness and kurtosis with applications. *Biometrika*, 57, 519-530. <https://doi.org/10.2307/2334770>
- Marimon-Martí, M., Romeu-Fontanillas, T., Ojando-Pons, E., & Esteve-González, V. (2022). Competencia Digital Docente: autopercepción en estudiantes de educación. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 65, 275-303. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.93208>
- Martín, P.A. (2019). El perfil del buen docente universitario desde una perspectiva del alumnado. *Educação e Pesquisa*, 45(1). <https://doi.org/10.1590/s1678-4634201945196029>
- Mayer, R. E. (2019). How multimedia can improve learning and instruction. En R.Mayer (ed.) *The Cambridge Handbook of Cognition and Education* (pp. 460–479). <https://doi.org/10.1017/9781108235631.019>
- Méndez, J. M., & Conde, S. (2018). La autorreflexión inicial: una estrategia para la mejora de la práctica docente. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 21(1), 17–31. <https://doi.org/10.6018/reifop.21.1.270591>
- Nolasco, P., & Ojeda, M. M. (2016). La evaluación de la integración de las TIC en la educación superior: fundamento para una metodología. *RED - Revista de Educación a Distancia*, 48, 1-24. <https://doi.org/10.6018/red/48/9>
- O'Dwyer, L., & Bernauer, J. (2014). Quantitative research for the qualitative researcher. SAGE Publications, Inc. <https://doi.org/10.4135/9781506335674>
- Perales-Palacios, F. J. y Aguilera, D. (2020). Ciencia-tecnología-sociedad vs. STEM: ¿evolución, revolución o disyunción? *Ápice. Revista de Educación Científica*, 4(1), 1-15. <https://doi.org/10.17979/arec.2020.4.1.5826>
- Perkins, K., Moore, E., Podolefsky, N., Lancaster, K., & Denison, C. (2012). Towards research-based strategies for using PhET simulations in middle school physical science classes. Paper presented at the *AIP Conference Proceedings*, 1413, 295-298. <https://doi.org/10.1063/1.3680053>
- Redecker, C. & Punie, Y. (2017). *European framework for the digital competence of educators: DigCompEdu*. Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/159770>
- Rodríguez-García, A.M., Raso, F., & Ruiz-Palmero, J. (2019). Digital competence, higher education and teacher training: a meta-analysis study on the Web of Science. *PIXEL-BIT. Revista de Medios y Educación*, 54, 65-81. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2019.i54.04>
- Roque Herrera, Y., Valdiviezo Maygua, M. A., Romero-Rodríguez, J., & Alonso-García, S. (2022). Practice, training, and teaching competence in the exercise of the virtual academic modality.

- Revista Interuniversitaria De Formación Del Profesorado*, 98(362), 51-62.
<https://doi.org/10.47553/rifop.v98i36.2.93778>
- Rutten, N., Van Joolingen, W. R. y Van der Veen, J. T. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers and Education*, 58(1), 136-153.
<https://doi.org/10.1016/j.compedu.2011.07.017>
- Smetana, L. K., & Bell, R. L. (2014). Which setting to choose: Comparison of whole-class vs. small-group computer simulation use. *Journal of Science Education and Technology*, 23(4), 481-495.
<https://doi.org/10.1007/s10956-013-9479-z>
- Sypsas, A. y Kalles, D. (2018). Virtual laboratories in biology, biotechnology and chemistry education: a literature review. En N. Karanikolas y B. Mamalis (eds.), *Proceedings of the 22nd Pan-Hellenic Conference on Informatics (PCI '18)* (70-75). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3291533.3291560>
- Torres, M. J., Yépez, D., & Lara, A. (2020). La reflexión de la práctica docente. *Chakiñan, Revista De Ciencias Sociales Y Humanidades*, 10, 87–101. <https://doi.org/10.37135/chk.002.10.06>
- Tourón, J., Martín, D., Navarro Asencio, E., Pradas, S., & Íñigo, V. (2018). Validación de constructo de un instrumento para medir la competencia digital docente de los profesores (CDD). *Revista Española de Pedagogía*, 75(269), 25-54. <https://doi.org/10.22550/REP76-1-2018-02>
- Verdú-Pina, M., Lázaro-Cantabrana, J. L., Grimalt-Álvaro, C. & Usart, M. (2023). El concepto de competencia digital docente: revisión de la literatura. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 25(11), 1-13. <https://doi.org/10.24320/redie.2023.25.e11.4586>
- Waight, N., Liu, X., Gregorius, R. M., Smith, E. y Park, M. (2014) Teacher conceptions and approaches associated with an immersive instructional implementation of computer-based models and assessment in a secondary chemistry classroom. *International Journal of Science Education*, 36(3), 467-505, <https://doi.org/10.1080/09500693.2013.787506>

Cómo citar

- Moreno-Mediavilla, D., Palacios-Ortega, A., Gómez del Amo, R., & Barreras-Peral, A. (2023). Competencia digital docente en el uso de simulaciones virtuales: percepción del profesorado de áreas STEM [Teacher digital competence in the use of virtual simulations: STEM teachers' perception]. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, 68, 83-113.
<https://doi.org/10.12795/pixelbit.98768>