



**AIESAD**

**Ried**

**Revista Iberoamericana de  
Educación a Distancia**

*La Revista Iberoamericana de la Educación Digital*

**VOL. 27 N° 1 ENERO, 2024**  
ISSN: 1138-2783



**RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia**  
**La Revista Iberoamericana de la Educación Digital**

Depósito legal: M- 36.279-1997

ISSN: 1138-2783 / E-ISSN: 1390-3306

1º semestre, enero, 2024

**RIED**

Esta publicación de periodicidad semestral está dirigida a los estudiosos e investigadores del ámbito educativo, docentes universitarios y público interesado en su objeto de estudio. La RIED centra su atención en la difusión de ensayos, trabajos de carácter científico y experiencias innovadoras dentro del ámbito de la educación a distancia en cualesquiera de sus formulaciones y de las tecnologías aplicadas a la educación.

La RIED se gestiona íntegramente a través del Open Journal System (OJS), tanto para la edición como para la relación con los autores y revisores, así como para la difusión electrónica en abierto.

La RIED, además de su formato impreso, se publica en formato electrónico en dos sedes: OJS en UNED de España: <http://revistas.uned.es/index.php/ried>

**INTERCAMBIOS y SUSCRIPCIONES:**

RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia.

UTPL – SAN CAYETANO ALTO, s/n

Loja (Ecuador)

[ried@utpl.edu.ec](mailto:ried@utpl.edu.ec)

**Consejo Directivo de AIESAD (Asesor en RIED)**

- **Presidente:** Jaime Leal Afanador, Rector Magfco. Universidad Nacional Abierta y a Distancia UNAD, Colombia
- **Directora Ejecutiva:** Constanza Abadía García, Vicerrectora. Universidad Nacional Abierta y a Distancia – UNAD. Colombia.
- **Vicepresidente Primero:** Ricardo Mairal Usón, Rector Magfco. Universidad Nacional de Educación a Distancia UNED. España
- **Vicepresidente Segundo:** Rodrigo Arias Camacho, Rector Magfco. Universidad Estatal a Distancia UNED. Costa Rica
- **Vicepresidente Tercero:** Santiago Acosta Aide, Rector Magfco. Universidad Técnica Particular de Loja. Ecuador
- **Vicepresidente Cuarto:** Francisco Cervantes Pérez, Rector Magfco. Universidad Internacional de La Rioja – UNIR. México.
- **Vocales:**
  - Alfredo Alonso, Rector Magfco. Universidad Nacional de Quilmes UNQ. Argentina
  - Carla Padrel de Oliveira, Rectora Magfca. Universidad Aberta UAB. Portugal
  - Ángel Hernández, Rector Magfco. Universidad Abierta para Adultos UAPA. República Dominicana
  - Fray José Gabriel Mesa Angulo, Rector Magfco. Universidad Santo Tomás – USTA. Colombia.
- **Secretaría permanente y Tesorería:** Laura Alba Juez, Vicerrectora de Internacionalización. Universidad Nacional de Educación a Distancia – UNED. España.

**Director/Editor (Director/Editor-in-Chief)**

- Dr. Lorenzo García Aretio, Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), España

**Consejo Editorial (Editorial Board)**

- Jordi Adell Segura. Univ. Jaime I (España).
- José Ignacio Aguaded Gómez. Univ. de Huelva (España). Editor “Comunicar”
- Luisa Aires. Univ. Aberta (Portugal).
- Terry Anderson. Athabasca Univ. (Canadá). Editor Emeritus IRRODL.
- Manuel Area Moreira. Univ. de La Laguna (España).
- Elena Barberá Gregori. UOC (España).
- Elena Bárcena Madera. UNED (España)
- Antonio Bartolomé Pina. Univ. de Barcelona (España).
- Julio Cabero Almenara. Univ. de Sevilla (España). Editor Pixelbit.
- Isabel Cantón Mayo. Univ. de León (España).
- Linda Castañeda. Univ. de Murcia (España).
- Manuel Castro Gil. UNED (España).
- M. Elena Chan Núñez. Univ. de Guadalajara (México).
- Cristóbal Cobo. Univ. of Oxford (R. Unido). The World Bank.
- César Coll Salvador. Univ. de Barcelona (España).
- Grainne Conole. e4innovation (R.Unido).
- Laura Czerniewicz. Univ. of Cape Town (Sudáfrica). CILT.
- Carlos Delgado Kloos. Univ. Carlos III (España). Cátedra UNESCO Educación Digital.
- Frida Díaz Barriga. UNAM (México).
- M. Esther del Moral Pérez. Univ. de Oviedo (España).
- Pierre Dillenbourg. EPFL (Suiza). Coordinator CHILI Lab.
- Josep M. Duart. UOC (España). Editor ETHE Journal. EDEN President.
- Rubén Edel Navarro. Univ. Veracruzana (México).
- María Jesús Gallego-Arrufat. Univ. de Granada (España).
- Francisco J. García Peñalvo. Univ. de Salamanca (España). Editor EKS.

- Ana García-Valcárcel Muñoz-Repiso. Univ. de Salamanca (España).
- Mercè Gisbert Cervera. Univ. Rovira i Virgili (España).
- Carina Soledad González González. Univ. de La Laguna (España).
- Mercedes González Sanmamed. Univ. de A Coruña (España).
- Jaime Leal Afanador. UNAD (Colombia). Presidente AIESAD.
- M. del Carmen Llorente-Cejudo. Univ. de Sevilla (España).
- Ricardo Mairal Usón. Rector UNED (España). EADTU Ex-President.
- Carlos Marcelo García. Univ. de Sevilla (España).
- João Mattar. Pontificia Univ. Católica de São Paulo (Brasil).
- Rory McGreal, Athabasca Univ. Editor de IRRODL (Canadá). UNESCO Chair in OER.
- Daniel Mill. Univ. Federal de São Carlos (Brasil). Grupo Horizonte.
- António Moreira Teixeira. Univ. Aberta (Portugal). EDEN Ex-President.
- Lina Morgado. Univ. Aberta (Portugal).
- Jaime Muñoz Arteaga. Univ. Autónoma Aguascalientes (México).
- Sara Osuna-Acedo. UNED (España).
- Adolfin Pérez Garcías. Univ. Islas Baleares (España).
- Mar Pérez-Sanagustín. Univ. Paul Sabatier (Francia).
- Teresa Pessoa. Univ. de Coimbra (Portugal).
- M. Paz Prendes Espinosa. Univ. de Murcia (España).
- Claudio Rama. IESAL/UNESCO (Venezuela).
- M. Soledad Ramírez Montoya. TEC Monterrey (México). Cátedra UNESCO-ICDE.
- Rosabel Roig. Univ. de Alicante (España). Editora NAER.
- Jesús Salinas Ibáñez. Univ. Islas Baleares (España). Editor EDUTECH.
- Ángeles Sánchez-Elvira. UNED (España) Cátedra UNESCO EaD.
- Juana Sancho Gil. Univ. de Barcelona (España).
- Albert Sangrá. UOC (España). Cátedra UNESCO E-learning.
- Alan W. Tait. The OU (R.Unido). EDEN Ex-President. Ex-Editor Open Learning.
- Hernán Thomas. Univ. Nacional de Quilmes (Argentina).
- Javier Tourón Figueroa. UNIR (España).
- Martin James Weller. The OU (R. Unido). Director OER Hub. Editor JIME.
- Miguel Zapata Ros. Univ. de Murcia (España). Editor RED.
- Dr. Salvador Montaner Villalba, Departamento de Lingüística Aplicada Universitat Politècnica de València, España
- Dr. António Moreira Teixeira, Universidade Aberta, Portugal
- Dra. Carla Netto, Centro Universitário Newton Paiva - PUCRS, Brasil
- Lic. Iliana Ramírez Asanza, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador
- Dra. María Soledad Ramírez Montoya, Tecnológico de Monterrey, México
- Dr. José Manuel Sáez López, Profesor Facultad de Educación UNED, España
- Dra. Carolina Schmitt Nunes, Universidade Federal de Santa Catarina, Brasil

### **Secretaría Técnica (Technical Secretariat)**

- José Luis García Boyé, AIESAD, España

### **Consejo de Redacción (Editing Board)**

- Laura T. Alonso Díaz, Univ. Extremadura (España).
- Julia Ángel Osorio, UNAD (Colombia).
- M. Luz Cacheiro González, UNED (España).
- Analía Chiecher, Univ. Río Cuarto, (Argentina).
- Anna Engel, Univ. de Barcelona (España).
- Francesc Esteve Mon, Univ. Jaime I (España).
- Alicia García Holgado, Univ. Salamanca (España)
- Montse Guitert Catusés, UOC (España).
- Agustín Lagunes Domínguez, Univ. Veracruzana (México).
- Verónica Marín Díaz, Univ. Córdoba (España).
- Elena M. Martín Monje, UNED (España).
- Santiago Mengual-Andrés, Univ. Valencia (España).
- Salvador Montaner, UNIR (España).
- Rafael Morales Gamboa, Univ. Guadalupe (México).
- João Paz, Univ. Aberta (Portugal).
- Iliana Ramírez Asanza, UTPL (Ecuador).
- Enrique Ruiz Velasco, UNAM, (México).
- José M. Sáez López, UNED (España).
- Carolina Schmitt Nunes, Univ. Sta. Catarina (Brasil).
- Juan José Sosa Alonso, Univ. La Laguna (España).
- Romero Tori, Univ. Sao Paulo (Brasil).
- Gemma Tur Ferrer, Univ. Islas Baleares (España).
- José Carlos Vázquez Parra, TEC-Monterrey (México).

### **Redes Sociales (Social Networks)**

- José Luis García Boyé
- Carla Netto
- Carolina Schmitt

### **Apoyo Técnico (Technical Assistance)**

- Alexis Moreno-Pulido, Responsable de Biblioteca (UNED)

### **Soporte OJS y Publicación digital**

- Servicio Publicación y Difusión Digital - BIBLIOTECA, UNED

### **Editores Asociados (Associated Editors)**

- Dra. María Josefa Rubio, Universidad Técnica Particular de Loja (UTPL), Ecuador
- Dra. Elena Bárcena Madera, UNED, España
- Dr. Santiago Mengual-Andrés, Universidad de Valencia

**LA REVISTA IBEROAMERICANA DE EDUCACIÓN A DISTANCIA (RIED) SE ENCUENTRA INDIZADA ACTUALMENTE EN LAS SIGUIENTES BASES DE DATOS Y CATÁLOGOS:**

**BASES DE DATOS Y PLATAFORMAS DE EVALUACIÓN**

- BASE. Bielefeld Academic Search Engine
- CAPES
- CARHUS Plus+
- CCHS-CSIC
- CEDAL (Instituto Latinoamericano de Comunicación Educativa (ILCE) de México)
- CIRC (Clasificación Integrada de Revistas Científicas)
- CiteFactor – Academic Scientific Journals
- CREDI- OEI (Centro de Recursos de la OEI)
- Crossref (Metadata Search)
- Dialnet (Alertas de Literatura Científica Hispana)
- DICE (Difusión y Calidad Editorial de Revistas)
- EI Compendex
- EBSCO. Fuente Académica Premier
- ERA. Educational Research Abstracts
- ERIH-Plus. European Reference Index for the Humanities and Social Sciences.
- EZB-Electronic Journals Library Genamics JournalSeek
- HEDBIB (International Bibliographic Database on Higher Education)
- IN-RECS (Índice de Impacto de Revistas Españolas de Ciencias Sociales)
- IRESIE (Índice de Revistas de Educación Superior e Investigación Educativa)
- ISOC (CSIC/CINDOC)
- JournalTOCs
- MIAR (Matriz para Evaluación de Revistas)
- ProQuest-CSA
- Psycodoc
- REDIB. Red Iberoamericana de Innovación y Conocimiento Científico
- REDALYC. Red de Revistas Científicas de América Latina y el Caribe, España y Portugal
- REDINED. Red de Información Educativa
- RESH - Revistas Españolas de Ciencias Sociales (CSIC/CINDOC)
- ResearchBib. Academic Resource Index
- Scopus
- Web of Science (SSCI)
- WEBQUALIS

**DIRECTORIOS Y BUSCADORES**

- DOAJ
- Dulcinea
- Google Scholar
- LATINDEX (Publicaciones Científicas Seriadadas de América, España y Portugal)
- Recolecta
- Sherpa/Romeo
- Scirus
- Ulrich's Periodicals (CSA)

**PORTALES Y REPOSITARIOS ESPECIALIZADOS**

- Actualidad Iberoamericana
- Asociación Internacional de Estudios en comunicación social
- CLARISE - Comunidad Latinoamericana Abierta Regional de Investigación Social y Educativa
- Educ.ar
- Enlaces educativos en español de la Universitat de València
- e-sPacio-UNED. Repositorio institucional de la UNED
- Institut Français de L'éducation
- Plataforma de revistas 360º
- Red Iberoamericana de Revistas de Comunicación y Cultura
- REDIAL & CEISAL
- Univerisia. Biblioteca de recursos

**CATÁLOGOS DESTACADOS DE BIBLIOTECA**

- 360grados
- British Library
- Buz
- Catàleg Col·lectiu de les Universitats de Catalunya
- Catálogo Colectivo de Publicaciones
- Periódicas Español CCPP
- Catálogo de la Biblioteca de Educación (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte)
- Catálogo del CSIC (CIRBIC)
- CENDOC
- CIDE
- CISNE
- COMPLUDOC
- COPAC (Reino Unido)
- ICDL
- INRP
- IOE (Institute of Education. University of London)
- Library of Congress (LC)
- KINGS
- MIGUEL DE CERVANTES
- Observatorio de revistas científicas de Ciencias Sociales
- REBIUN
- SUDOC (Francia)
- UBUCAT
- UIB
- WORDLCAT (OCLC)
- ZDB (Alemania)

La Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia (AIESAD) es una entidad sin ánimo de lucro, constituida por universidades o instituciones de educación superior que imparten sus ofertas educativas en esta modalidad de enseñanza y promueve el estudio e investigación del modelo de enseñanza superior a distancia. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* es el instrumento de la AIESAD para la difusión internacional de los avances en la investigación e innovación dentro del ámbito de la enseñanza y aprendizaje abiertos y a distancia.



*RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* es una publicación científica que se edita semestralmente los meses de enero y julio. Promueve el intercambio institucional con otras revistas de carácter científico. La *RIED* no se hará responsable de las ideas y opiniones expresadas en los trabajos publicados. La responsabilidad plena será de los autores de los mismos.



“Los textos publicados en esta revista están sujetos a una licencia “Reconocimiento-No comercial 3.0” de Creative Commons. Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente, siempre que reconozca los créditos de la obra (autor, nombre de la revista, instituciones editoras) de la manera especificada en la revista.”



AIESAD

*Ried*

Revista Iberoamericana de  
Educación a Distancia

**VOL. 27 N° 1**

**Enero, 2024**



# Índice

## Estudios e investigaciones

La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa Francisco José García Peñalvo, Faraón Llorens-Largo, Javier Vidal .....	9
La educación en 2030. Prospectiva del futuro por profesorado en formación José Rovira-Collado, Francisco Antonio Martínez-Carratalá, Sebastián Mira.....	41
Escape Rooms virtuales: una herramienta de gamificación para potenciar la motivación en la educación a distancia Juana Mari Padilla Piernas, María Concepción Parra Meroño, María del Pilar Flores Asenjo .....	61
Rueda de la Pedagogía para la Inteligencia Artificial: adaptación de la Rueda de Carrington Eva Jiménez-García, Natalia Orenes-Martínez, Luis Antonio López-Fraile .....	87
Explorando la singularidad en la educación superior: innovar para adaptarse a un futuro incierto Pablo Lara-Navarra, Jordi Sánchez-Navarro, Àngels Fitó-Bertran, Jose López-Ruiz, Cris Girona .....	115
Valoración de tecnologías inmersivas y enfoque STEM en la formación inicial del profesorado Francisco Silva-Díaz, Javier Carrillo-Rosúa, Gracia Fernández-Ferrer, Rafael Marfil-Carmona, Romina Narváez .....	139
Desarrollo de apps de realidad virtual y aumentada para enseñanza de idiomas: un estudio de caso Concepción Valero Franco, Anke Berns .....	163
Impacto de una formación intensiva en programación en el desarrollo del Pensamiento Computacional en futuros/as maestros/as Juan González-Martínez, Marta Peracaula-Bosch, Rafel Meyerhofer-Parra .....	187
Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación: una revisión sistemática Wiston Forero-Corba, Francisca Negre Bennisar .....	209
Implementación y formación del profesorado de educación primaria en pensamiento computacional: una revisión sistemática Gema Ortuño Meseguer, José Luis Serrano .....	255

Desarrollando el marco DALI de alfabetización en datos para la ciudadanía Linda Castañeda, Inmaculada Haba-Ortuño, Daniel Villar-Onrubia, Victoria I. Marín, Gemma Tur, José A. Ruijópez-Valiente, Barbara Wasson .....	289
Conceptos claves para la calidad de la educación superior online Paloma Sepúlveda-Parrini, Pilar Pineda-Herrero, Paloma Valdivia-Vizarreta .....	319
Una propuesta efectiva de aprendizaje basado en videos: solución para asignaturas universitarias complejas Alba Gómez-Ortega, Almudena Macías-Guillén, Miguel Ángel Sánchez-de Lara, Maria Luisa Delgado-Jalón .....	345
Gamificación-educación: el poder del dato. El profesorado en las redes sociales Carlos Barroso Moreno, M <sup>a</sup> Rosario Mendoza Carretero, Belén Sáenz-Rico de Santiago, Laura Rayón Rumayor .....	373
Didáctica y tecnología. Lecciones docentes desde la escuela remota de emergencia de larga duración Cristóbal Suárez-Guerrero, Carmen Lloret-Catalá, Borja Mateu-Luján .....	397
E-textiles para la educación STEAM en educación primaria: una revisión sistemática Paola Guimeráns-Sánchez, Almudena Alonso-Ferreiro, María-Ainoa Zabalza-Cerdeiriña, Inés María Monreal-Guerrero .....	417

*Estudios en  
Investigaciones*



# La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa

## The new reality of education in the face of advances in generative artificial intelligence



© Francisco José García-Peñalvo - *Universidad de Salamanca (España)*

© Faraón Llorens-Largo - *Universidad de Alicante (España)*

© Javier Vidal - *Universidad de León (España)*

### RESUMEN

Cada vez es más común interactuar con productos que parecen “inteligentes”, aunque quizás la etiqueta “inteligencia artificial” haya sido sustituida por otros eufemismos. Desde noviembre de 2022, con la aparición de la herramienta ChatGPT, ha habido un aumento exponencial en el uso de la inteligencia artificial en todos los ámbitos. Aunque ChatGPT es solo una de las muchas tecnologías generativas de inteligencia artificial, su impacto en los procesos de enseñanza y aprendizaje ha sido notable. Este artículo reflexiona sobre las ventajas, inconvenientes, potencialidades, límites y retos de las tecnologías generativas de inteligencia artificial en educación, con el objetivo de evitar los sesgos propios de las posiciones extremistas. Para ello, se ha llevado a cabo una revisión sistemática tanto de las herramientas como de la producción científica que ha surgido en los seis primeros meses desde la aparición de ChatGPT. La inteligencia artificial generativa es extremadamente potente y mejora a un ritmo acelerado, pero se basa en lenguajes de modelo de gran tamaño con una base probabilística, lo que significa que no tienen capacidad de razonamiento ni de comprensión y, por tanto, son susceptibles de contener fallos que necesitan ser contrastados. Por otro lado, muchos de los problemas asociados con estas tecnologías en contextos educativos ya existían antes de su aparición, pero ahora, debido a su potencia, no podemos ignorarlos solo queda asumir cuál será nuestra velocidad de respuesta para analizar e incorporar estas herramientas a nuestra práctica docente.

**Palabras clave:** inteligencia artificial; inteligencia artificial generativa; ChatGPT; educación.

### ABSTRACT

It is increasingly common to interact with products that seem “intelligent”, although the label “artificial intelligence” may have been replaced by other euphemisms. Since November 2022, with the emergence of the ChatGPT tool, there has been an exponential increase in the use of artificial intelligence in all areas. Although ChatGPT is just one of many generative artificial intelligence technologies, its impact on teaching and learning processes has been significant. This article reflects on the advantages, disadvantages, potentials, limits, and challenges of generative artificial intelligence technologies in education to avoid the biases inherent in extremist positions. To this end, a systematic review has been carried out of both the tools and the scientific production that has emerged in the six months since the appearance of ChatGPT. Generative artificial intelligence is extremely powerful and improving at an accelerated pace, but it is based on large language models with a probabilistic basis, which means that they have no capacity for reasoning or comprehension and are therefore susceptible to containing errors that need to be contrasted. On the other hand, many of the problems associated with these technologies in educational contexts already existed before their appearance, but now, due to their power, we cannot ignore them, and we must assume what our speed of response will be to analyse and incorporate these tools into our teaching practice.

**Keywords:** artificial intelligence; generative artificial intelligence; ChatGPT; education.

## INTRODUCCIÓN

La investigación en Inteligencia Artificial (IA) lleva años en continuo crecimiento y no tiene visos de ralentizarse, aportando modelos más complejos, más grandes y de respuesta más rápida. Estos modelos se entrenan actualmente con miles de millones de unidades de datos, lo que los hace mucho más potentes que sus antecesores de no hace tantos años, lo que ha llevado a que en pocos años los modelos lingüísticos se hayan hecho mucho más potentes. Esta potencia tiene unos usos prácticamente ilimitados, lo que también incluye aplicaciones de ética cuestionable, dando lugar a vacíos legales y a reacciones extremas que llegan hasta la prohibición de su uso. Sin embargo, la innovación basada en tecnologías inteligentes está en un momento de total crecimiento, como reflejan los datos. Así en los últimos 10 años se han triplicado las nuevas empresas de IA, por ejemplo, 57 de las 273 empresas de la última hornada del YC (Y Combinator) trabajan con la IA generativa, lo que se traduce en un crecimiento de los puestos de trabajo que requieren o se relacionan con competencias de IA (Maslej et al., 2023).

Si se quiere analizar el tema de la IA y la educación, dejando de lado aspectos relacionados con las políticas y la gestión de la educación y poniendo el foco en la relación de la IA con el aprendizaje, Wang y Cheng (2021) identifican tres direcciones principales de investigación en IA en Educación (AIEd, por sus siglas en inglés – *Artificial Intelligence in Education*): aprender con la IA, aprender sobre la IA y utilizar la IA para aprender a aprender. Simplificando aún más, para una mejor comprensión del texto, se va a diferenciar entre su uso en los procesos de enseñanza y aprendizaje y el impacto que en ellos tiene (**IA en la educación**), y el papel de la educación para seguir cumpliendo su cometido en la sociedad (**educación en tiempos de IA**).

## IA en Educación

El documento *Consenso de Beijing sobre la inteligencia artificial* (UNESCO, 2019) pretende dar respuesta a las oportunidades y a los desafíos que presenta la IA en relación con la educación, planteando 44 recomendaciones, agrupadas en distintos aspectos que pueden ayudar a entender la magnitud de la tarea: planificación de la IA en las políticas educativas; la IA para la gestión y la impartición de la educación; la IA para apoyar la docencia y a los docentes; la IA para el aprendizaje y la evaluación del aprendizaje; el desarrollo de valores y competencias para la vida y el trabajo en la era de la IA; la IA para ofrecer oportunidades de aprendizaje permanente para todos; promoción del uso equitativo e inclusivo de la IA en la educación; IA con equidad de género e IA para la igualdad de género; y velar por el uso ético, transparente y verificable de los datos y algoritmos educativos. Estos aspectos son tratados de forma más detallada en *Inteligencia artificial y educación. Guía para las personas*

a cargo de formular políticas (UNESCO, 2021). Como se puede ver, la relación entre la IA y la educación es compleja y con múltiples aristas.

Dejando de lado aspectos relacionados con las políticas y la gestión de la educación y poniendo el foco en la relación de la IA con el aprendizaje, cuando se habla de IA en educación se suele pensar, fundamentalmente, en la personalización del aprendizaje (Zhang et al., 2020). Así, se habla de tutores inteligentes (Yilmaz et al., 2022), asistentes virtuales (Gubareva y Lopes, 2020), experiencias de aprendizaje inmersivas e interactivas (Chng et al., 2023), utilización de los datos para mejorar el desempeño de los estudiantes (Vázquez-Ingelmo et al., 2021), entre otros tópicos. Analizar estos datos permitirá detectar patrones y tendencias y asistir al profesorado en la detección temprana de fracasos y la identificación de áreas de mejora que permitan diseñar estrategias de enseñanza más efectivas (Gašević et al., 2015).

## Educación en tiempos de IA

Sin embargo, hablar de educación en tiempos de IA implica reflexionar sobre el papel de la educación para preparar a las personas para un mundo en constante cambio en el que esta tecnología estará presente en todos los aspectos de la vida: el trabajo, los estudios, el ocio, las relaciones personales, etc. Por esto es importante que se comprenda cómo funciona la IA y los beneficios y riesgos de su uso. Se necesitan nuevos conocimientos, habilidades, competencias y valores para la vida y el trabajo en la era de la IA (Bozkurt et al., 2023; Ng et al., 2022).

## La IA como una tecnología emergente que puede ser disruptiva

Las universidades llevan tiempo preocupadas por las tecnologías emergentes y su aplicación a la educación superior. Por ejemplo, en España según el informe UNIVERSITIC 2022 (Crespo Artiaga et al., 2023): el 71 % de las universidades han diseñado una estrategia para impulsar iniciativas docentes innovadoras y el 86 % analiza las tendencias TI aplicables a la innovación docente; 1 de cada 3 ha evolucionado sus LMS (*Learning Management Systems*) hacia un Ecosistema Digital de Aprendizaje (EDA), que facilita la personalización de la formación, aunque de momento solo el 17 % utiliza soluciones de aprendizaje adaptativo que permiten experiencias con mayor grado de personalización; el 30 % disponen de un laboratorio para analizar las tecnologías emergentes y su aplicación a su entorno, mientras que el 16 % tienen un catálogo para entender mejor su potencial, con el objetivo de impulsar proyectos piloto para la transformación digital; y el 25 % previenen ciberamenazas con inteligencia artificial, como medio para mejorar la gestión de la seguridad. La IA tendrá un fuerte impacto en la sociedad y se la considera una tecnología disruptiva (Alier-Forment y Llorens-Largo, 2023). Tan peligroso es abrazarla ingenuamente como rechazarla sin más (Llorens-Largo, 2019).

## Implicaciones sociales de la IA (más allá de lo que parece)

No se debe caer en la concepción incauta de que la tecnología es neutral y que todo depende de los humanos que la desarrollan y usan. La tecnología no es solamente un medio para alcanzar un fin, sino que también moldea ese fin (Coeckelbergh, 2023).

Por tanto, deben estar en el debate temas como la toma algorítmica de las decisiones, su capacidad de influencia y de manipulación (Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023a); los sesgos, las discriminaciones injustas y la desigualdad (Holmes et al., 2022); la vigilancia, las competencias técnicas, las burbujas de información y la exclusión (Nemorin et al., 2023); y la sustitución de los humanos en el posthumanismo y el transhumanismo (Neubauer, 2021), y todas sus interrelaciones.

Todos estos aspectos son muy importantes en el mundo de la educación, ya que afectan al comportamiento humano. Teniendo en cuenta una doble implicación, tanto en el sentido en que la IA puede afectar al mundo educativo en estos aspectos, al igual que está haciendo en la sociedad en general, como en el sentido en que la educación debe preparar a las personas para enfrentarse al mundo que vendrá fuertemente condicionado por la tecnología, siendo la IA una de ellas con un peso específico cada vez más alto (Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2023b).

## Visión integral y estratégica de la IA

Hace falta, por tanto, una visión sistemática, con un planteamiento integral, global y multicultural. En este sentido, la UNESCO adoptó el 23 de noviembre de 2021 la *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial* (UNESCO, 2022). Uno de los ámbitos de actuación que aborda es la educación, recomendando, entre otras cosas, “impartir al público de todos los países, a todos los niveles, conocimientos adecuados en materia de IA, a fin de empoderar a la población y reducir las brechas digitales y las desigualdades en el acceso a la tecnología digital resultantes de la adopción a gran escala de sistemas de IA”. En el caso de España, esto ya estaba reflejado en el eje estratégico 2 (*Promover el desarrollo de capacidades digitales, potenciar el talento nacional y atraer talento global en inteligencia artificial*) de la Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial (ENIA) (Gobierno de España, 2020). Se puede decir, por tanto, que al menos a nivel político, la preocupación ya existe. Entonces, ¿qué ha pasado para que en todo el mundo se esté hablando y analizando el tema? La respuesta no es otra que la aparición en escena, en noviembre de 2022, de la versión pública de una herramienta, ChatGPT de OpenAI (<https://openai.com/blog/chatgpt/>), que puede entablar conversaciones en las que las personas pueden hacer preguntas o peticiones y el sistema les ofrece, en cuestión de segundos, respuestas que, en principio, son indistinguibles de las que hubiera ofrecido un experto humano. ChatGPT se basa en un modelo avanzado de lenguaje de gran tamaño (*Large Language Model – LLM*) denominado *Generative Pre-trained Transformer* (GPT-3) (Brown et al., 2020).

No obstante, ChatGPT, como ejemplo de herramienta, y GPT-3, como LLM, son solo dos casos particulares (por más que, obviamente, hayan provocado una disrupción tecnológica) de una corriente en la IA que se denomina IA generativa (García-Peñalvo y Vázquez-Ingelmo, 2023; van der Zant et al., 2013) por su capacidad para generar contenido (texto, imágenes, vídeos, audios, etc.) a partir de una petición, expresada habitualmente en un texto escrito en lenguaje natural, aunque en la actualidad ya hay aplicaciones que aceptan entradas multimodales.

### Modelos de lenguaje y ChatGPT (y similares): ¿inteligentes?

El primer impulso de los humanos es menospreciar cualquier artefacto que se arroge la condición de inteligente. Así, a ChatGPT se le ha etiquetado, entre otras muchas cosas, de charlatán o de loro sofisticado, ya que no entiende de lo que está hablando (Alonso, 2023). Las personas se pueden sentir más inteligentes que ChatGPT si demuestran que no sabe lógica ni matemáticas, que se inventa lo que no sabe (técnicamente denominadas alucinaciones) y otras debilidades por el estilo. Todo esto puede haber sido cierto en algún momento, aunque puede haberse solucionado ya con las continuas mejoras que se van liberando o se acabará solucionando en versiones futuras o mediante la integración con otros componentes que incrementan la versatilidad y las prestaciones de ChatGPT, pero, no obstante, lo que no se debe olvidar es que ChatGPT se basa en un modelo de lenguaje que no fue concebido, inicialmente, para muchas de las cosas que se le piden.

Los ataques más fuertes a la IA generativa no son nuevos. Tienen su germen en la línea del contrargumento de John Searle al test de Turing. En su juego de imitación, Turing (1950) proponía considerar que una máquina es inteligente si puede pasar por un ser humano en una prueba ciega. Por su parte, Searle (1980) decía que, si en una sala hay un humano que solo entiende castellano, con un libro de reglas, que recibe un papel con símbolos indescifrables (en chino) y que ejecuta las instrucciones del libro de forma que devuelve otro papel con símbolos que desconoce (en chino), desde fuera parece que haya una conversación, pero dentro de la habitación no hay nadie que comprenda el chino. Aunque Dennett (2017, p. 299) comenta que “la naturaleza hace un uso intensivo del principio de mínimo conocimiento y diseña criaturas muy capaces, expertas e incluso astutas que no tienen la más mínima idea de lo que hacen ni de por qué lo hacen”, la realidad es que se está aún en pañales en el conocimiento del funcionamiento del cerebro y de la relación entre la mente humana y la conciencia.

### Preocupación institucional y de los tomadores de decisiones

Como indicio del interés despertado en el gobierno universitario, la *European University Association* publicó en febrero de 2023 su posicionamiento respecto al uso responsable en la docencia universitaria (European University Association,

2023), que posteriormente en España fue suscrito por Crue Universidades Españolas y el Ministerio de Universidades. De su planteamiento, cabe destacar una línea: las consecuencias inmediatas en el proceso de enseñanza y aprendizaje, fundamentalmente en la evaluación, ya que el estudiantado ya lo está utilizando.

EDUCAUSE también ha mostrado su preocupación y ha realizado una encuesta (*QuickPoll*) cuya principal conclusión es que mientras las distintas partes implicadas en la educación superior aún se están formando opiniones sobre la IA generativa: el estudiantado ya ha empezado a utilizarla en sus trabajos, al igual que el profesorado, sin embargo, la mayoría de las instituciones no tienen políticas sobre su uso (Muscanell y Robert, 2023).

En este mismo sentido, el Instituto para la Educación Superior en América Latina y el Caribe (IESALC) de la UNESCO recomienda utilizar ChatGPT y la IA con cuidado y creatividad, crear capacidad para su comprensión y gestión, y realizar auditorías de IA (Sabzalieva y Valentini, 2023).

Para Informatics Europe (2023) esta fuerte y rápida irrupción en el mundo académico preocupa e ilusiona al mismo tiempo. Preocupa por sus efectos negativos a corto plazo sobre las convenciones establecidas de confianza y autenticidad. Despierta entusiasmo su potencial para mejorar las capacidades humanas. Específicamente, la escritura de código es un tema preocupante en los estudios de Informática (Hazzan, 2023; Meyer, 2022).

## Preocupación en la academia

El tema también ha despertado interés entre la comunidad investigadora en educación. Con una posición bastante unánime sobre que el camino no es ignorar ni prohibir el uso de ChatGPT o aplicaciones similares, sino que habrá que capacitar tanto al profesorado como al estudiantado para un uso correcto y ético, así como revisar los planes de estudio para primar el pensamiento crítico y sacar el máximo rendimiento a estas herramientas (García-Peñalvo, 2023). Se propone un enfoque que construya relaciones de confianza con el estudiantado, con un diseño pedagógico centrado en las personas, donde la evaluación forme parte del mismo proceso de aprendizaje en lugar de únicamente actividades de control (Rudolph et al., 2023).

## “El emperador va desnudo”

Siempre que aparece una tecnología prometedoramente disruptiva viene acompañada de discursos y posturas extremas, tanto tecnófilas como tecnófobas. Chomsky et al. (2023) opinan que la IA generativa “socavará nuestros objetivos científicos y comprometerá nuestros principios morales al integrar una comprensión fundamentalmente errónea del lenguaje y el conocimiento”, mientras que Bill Gates (2023) afirma que “El desarrollo de la IA es tan fundamental como la creación del microprocesador, el ordenador personal, Internet y el teléfono móvil”.

En este cruce de posiciones y reparto de culpas, cuando se centra el foco de atención en las consecuencias de la aplicación de la IA generativa en la educación, parece más que evidente que a ChatGPT se le está haciendo responsable de unas debilidades en las prácticas educativas actuales que ya existían, pero que se resistían a ser admitidas. El sistema educativo, con especial mención al sistema universitario actual, está diseñado para un mundo con escasez de información, en el que en la etapa vital en la que las personas se formaban, acudían a los centros educativos para adquirirla y guardarla para el momento en que se necesitase. Ahora, sin embargo, se vive en una sociedad con acceso inmediato y a demanda de una sobreinformación (verdades o tautologías, medias verdades o indeterminaciones y falsedades o contradicciones). Los centros educativos, más concretamente las universidades, siguen manteniendo su compromiso con la sociedad de creación, transmisión y preservación del conocimiento, pero ¿sabrán dar respuesta al reto que representa la llegada de unas aplicaciones “inteligentes” que han causado un tremendo terremoto informacional cuando no están más que en sus albores?

Este artículo tiene el objetivo de enfrentar al emperador que está desnudo al espejo de la realidad. Una realidad que tiene muchas aristas y oportunidades, pero que no se puede ni negar ni prohibir, es más se debe hacer todo lo posible por conocer sus posibilidades y limitaciones para alfabetizar a todos los actores del sistema educativo y así poder incorporar estas aplicaciones que hacen uso de la IA generativa a los procesos de enseñanza y aprendizaje de la forma más eficiente y eficaz. Para ello, en primer lugar, se va a hacer un mapa, tanto de las primeras herramientas que han aparecido copando la oferta y que tienen un potencial uso en la educación, como de las reacciones en la academia en los primeros seis meses de vida desde la aparición de ChatGPT, que ha supuesto la popularización de la IA generativa.

## IMPLICACIONES Y USOS DE LA IA GENERATIVA EN EDUCACIÓN

Para poder utilizar con criterio y conocimiento de causa una tecnología en los procesos de enseñanza y aprendizaje, primero se deben conocer sus posibilidades y límites sin dejarse llevar por los extremismos, que suelen estar especialmente sesgados cuando una tendencia potencialmente disruptiva hace su aparición, como ha sucedido con la IA generativa, cuya penetración ha sido especialmente acelerada. Por ello, previamente a compartir las reflexiones sobre las implicaciones de esta tecnología en el contexto educativo, se va a realizar un estudio prospectivo orientado tanto a las herramientas que ya están disponibles con un potencial uso educativo, como a los aportes que desde la academia se han realizado en los primeros seis meses desde el tsunami provocado por ChatGPT.

## Herramientas educativas basadas en tecnologías IA generativa

La IA generativa tiene como objetivo la generación de contenidos. Los modelos de lenguaje que se usan para este fin se entrenan para determinar qué elementos tienen una mayor probabilidad de aparecer cerca de otros. Para generar sus respuestas, evalúan grandes corpus de datos, lo que les permite satisfacer a las solicitudes con respuestas que entran dentro de una probabilidad determinada para el corpus del entrenamiento, es decir, sin implicar un razonamiento, de forma que, aunque la respuesta sea coherente, no implica que sea siempre correcta. Esta característica debe tenerse en cuenta en cualquier ámbito, pero especialmente en los usos educativos de estas herramientas.

El número de herramientas informáticas que incluyen algún tipo de característica inteligente se ha visto incrementado en 2022 y, con un carácter exponencial, en 2023. Esto se debe, en buena medida, a los modelos de lenguaje de gran tamaño o LLM (Gruetzemacher y Paradice, 2022) (donde el concepto de “grande” crece a la par que la IA) que están siendo entrenados con una amplia base de conocimiento y utilizando una tremenda potencia de cómputo.

Los LLM se han puesto en primera línea por la popularidad del *Generative Pre-trained Transformer* (GPT) (Brown et al., 2020; OpenAI, 2023), porque, ya sea en su versión 3.5 [2022] o 4 [2023], está detrás de ChatGPT. Sin embargo, GPT no es más que uno de los múltiples LLM existentes y que se basan en la arquitectura de *Transformer* (Vaswani et al., 2017). Así se pueden mencionar desde primeras propuestas de lenguajes de modelos (que no se considerarían actualmente de gran tamaño) como BERT (*Bidirectional Encoder Representations from Transformers*, [2018]) (Devlin y Chang, 2018; Devlin et al., 2019) o T5 (*Text-To-Text Transfer Transformer*, [2019]) (Raffel et al., 2020), hasta los más actuales, como, por ejemplo, LaMDA (*Language Model for Dialogue Applications*, [2021]) (Adiwardana, 2020; Collins y Ghahramani, 2021; Thoppilan et al., 2022), Chinchilla [2022] (Hoffmann et al., 2022), Bard [2023] (Pichai, 2023), LLaMA [2023] (*Large Language Model Meta AI*) (Touvron et al., 2023), Titan [2023] (Sivasubramanian, 2023) o Lima (Zhou et al., 2023), entre otros muchos (Yang et al., 2023; Zhao et al., 2023).

Estos modelos de lenguaje permiten seguir una secuencia conversacional en lenguaje natural, dando como resultado respuestas de alta calidad. Sin embargo, los códigos cerrados y los elevados costes de desarrollo y entrenamiento suponen un freno importante, incluso para las empresas más potentes del sector. Para paliar estos problemas, cada vez hay más soluciones que vienen de la mano de la comunidad de *software* libre, por ejemplo, Alpaca [2023] (Taori et al., 2023) afina LLaMA (Touvron et al., 2023), para convertirlo en un modelo asequible y replicable. Partiendo de 175 pares instrucción-salida escritos por humanos, Alpaca aprovecha GPT-3.5 para ampliar los datos de entrenamiento a 52K de forma autoinstructiva, con lo que logra que tenga un rendimiento similar a GPT-3.5. A pesar de la eficacia de Alpaca, el ajuste fino completo de LLaMA a gran escala lleva mucho tiempo, requiere

muchos cálculos, no admite multimodalidad y es difícil de transferir a diferentes escenarios posteriores. No obstante, se ha abierto el camino a métodos para diseñar modelos ligeros y personalizados que se puedan entrenar en dispositivos de cómputo de más bajas prestaciones y en muy poco tiempo, como, por ejemplo, LLaMA-Adapter (Zhang et al., 2023), que introduce 1,2M parámetros sobre el modelo LLaMA 7B congelado y cuesta menos de una hora ajustarlo en 8 GPU A100.

No se pretende realizar un listado exhaustivo de estas herramientas, para ello ya hay interesantes recursos que se actualizan frecuentemente (Agarwal, 2023; Ebrahimi, 2023) o directorios de herramientas de IA, como Futurepedia (<https://www.futurepedia.io/>) o All Things AI (<https://allthingsai.com/>), que intentan reflejar esta evolución desbordante. Más bien, se quiere hacer una categorización de las herramientas que presentan un potencial uso educativo, así como elegir algunos representantes de este enfoque generativo que están comenzando a destacar, ya sea por su aceptación en entornos de producción o por su potencial para futuros avances, aunque, en este momento, se encuentren todavía en una fase incipiente de prototipado.

Con independencia que cada vez habrá un mayor número de herramientas multimodales que transformen diferentes tipos de entrada en distintos tipos de salidas, para comprender el panorama actual en relación con el contexto educativo se clasifican en herramientas que fundamentalmente generan *texto*, *imágenes*, *vídeo*, *objetos 3D*, *audio*, *código fuente*, y *herramientas para la detección de texto generado con IA*. Dentro de cada una de las categorías se ha establecido diferentes subcategorías funcionales (ver Tabla 1).

**Tabla 1**

*Clasificación de herramientas de IA generativa con potencial uso educativo*

<b>Categoría de herramienta</b>	<b>Funcionalidad</b>	<b>Herramientas</b>
<b>Generación de texto</b>	Apoyo a la investigación	ChatPDF, Consensus, Elicit, Humata, Klavier, SciSpace Copilot, Scite Assistant, Trinka
	Chatbot	ChatGPT, ChatSonic, Claude
	Creación de contenidos	Jasper, Notion
	Enseñanza de idiomas	Twee
	Generador de currículum personal	Resume Builder
	Generador de exámenes	Conker. Monic
	Herramientas ofimáticas	Google Workspace, Microsoft 365 Copilot
	Motor de búsqueda	Microsoft Bing, Perplexity, You
	Parfraseado de texto	Quillbot
<b>Generación de imágenes</b>	Generación de grafos	GraphGPT
	Generación de imágenes	Adobe Firefly, Bing Image Creator, Craiyon, DALL-E 2, Deep Dream Generator, Dream by Wombo, Leap, Midjourney, NightCafe, Stable Diffusion Online, Starryai, Stocking, Visual ChatGPT
	Generación de presentaciones	ChatBA, Decktopus, GPT for Slides, SlidesAI
<b>Generación de vídeo</b>	Convertor de vídeo a texto	YoutubeDigest
	Generación de vídeos	Fliki, Gencraft, Imagen video, Make a video
<b>Generación de objetos 3D</b>	Generación de objetos 3D	AICommand, DreamFusion, GET3D, Imagine 3D
<b>Generación de audio</b>	Convertor de voz a texto	Otter, Transkriptor
	Generación de audio	AudioLM, Lovo, Murf.ai, Voicemaker
	Modulador de voz	Voicemod

Categoría de herramienta	Funcionalidad	Herramientas
<b>Generación de código fuente</b>	Depuración de código	Adrenaline, Code GPT
	Generación de código	Amazon CodeWhisper, Codeium, Ghostwriter, Github copilot, Text2SQL
<b>Detección de texto generado con IA</b>	Antiplagio	Turnitin
	Detección de textos generados con IA	AI Text Classifier, GPTZero

Fuente: elaboración propia.

Tras esta labor de revisión y clasificación de algunas de las herramientas existentes que hacen uso de técnicas de IA generativa se pueden presentar algunas reflexiones:

1. Hay una enorme cantidad de herramientas que utilizan IA generativa. Su espectro de uso es muy amplio y muchas de ellas son susceptibles de usarse con fines educativos y/o de aprendizaje.
2. Muchas tienen modelos de uso *freemium*, aunque las versiones gratuitas suelen ser muy limitadas en cuanto a sus prestaciones.
3. La generación de texto y los asistentes de escritura tienen un importante nicho y aparecen nuevas herramientas frecuentemente.
4. El apoyo para la traducción automática de textos es una funcionalidad que está muy perfeccionada, con lo que ello supone tanto en la escritura científica como en la enseñanza/aprendizaje de idiomas.
5. Se prevé una revolución en el concepto de buscador tal y como se conoce hoy en día. Los servicios de búsqueda sintáctica se verán complementados por búsquedas y generación de informes a través de la integración de técnicas IA generativas en los motores de búsqueda, como ya ha sucedido con Microsoft Bing y se espera que la respuesta por parte de Google sea accesible en todas las zonas geográficas. Las grandes empresas de informática están volcando sus modelos de negocio en este sector. El propio ChatGPT, con la incorporación de plug-ins es capaz de basar sus respuestas en contenido obtenido de la Web y no solo de su base de conocimiento.
6. La transformación de texto a imágenes cuenta con muchos servicios, obteniéndose ya resultados de alta calidad. La transformación de texto en otros medios como vídeo u objetos 3D cuenta con propuestas prometedoras, pero en un estado todavía embrionario que no se ha cristalizado, a fecha de hoy, en aplicaciones de garantía accesibles a los usuarios finales.

7. El avance en los modelos de lenguaje está teniendo como resultado la aparición de aplicaciones de transformación de texto a elementos multimodales.
8. La integración de los modelos de lenguaje en aplicaciones de uso cotidiano es una de las grandes apuestas de los ecosistemas ofimáticos para mejorar la productividad en su utilización, por ejemplo, la integración de PaLM en Google Docs (Google Workspace) (Kurian, 2023) o de GPT en Microsoft Office (Microsoft 365 Copilot).
9. Uno de los aspectos en los que no se está teniendo tanto éxito, por más que haya cada vez más productos que lo prometen, es en la detección de textos generados por inteligencia artificial. Los detectores de textos generados presentan grandes limitaciones, como reconoce la propia OpenAI sobre su AI Text Classifier, siendo muy poco fiable para textos de menos de 1000 caracteres (y escritos en inglés) (Kirchner et al., 2023). Se intenta abordar este problema utilizando firmas propias de los modelos que se incrustan en los textos generados o aplicando técnicas de marca de agua que imprimen patrones específicos en los textos. Sin embargo, se ha demostrado tanto empírica como teóricamente que los detectores no son fiables en escenarios prácticos (Sadasivan et al., 2023), es decir, para un modelo lingüístico suficientemente avanzado incluso el mejor detector posible solo puede ser ligeramente mejor que un clasificador aleatorio. Por tanto, se debe ser muy cauto a la hora de utilizar estas herramientas para tomar decisiones, por ejemplo, sobre la evaluación de trabajos académicos porque el potencial daño reputacional a los autores puede llegar a ser muy alto en los falsos positivos.

### Revisión rápida: IA generativa en educación

Una vez que se tiene una visión global de las herramientas, se debe conocer cómo está siendo vista la llegada de estas tecnologías a la comunidad educativa, pero desde un punto de vista más académico. Para ello, se ha llevado a cabo una revisión rápida (*rapid review*) (Grant y Booth, 2009) de literatura para evaluar lo que se ha publicado sobre esta temática particular, utilizando métodos de revisión sistemática para buscar y evaluar críticamente la investigación existente.

ChatGPT también está teniendo una gran influencia en la producción científica en este inicio de 2023, sirva como ejemplo que a fecha de 1 de abril de 2023 había un total de 194 artículos que mencionaban ChatGPT en arXiv, con un foco principal en el procesamiento de lenguaje natural, pero con potencial de investigación en otros campos entre los que destaca la educación (Liu et al., 2023). En el caso específico de la revisión realizada, se han tomado como referencia los artículos publicados y recogidos en Web of Science y Scopus (a fecha de 6 de abril 2023) por considerarse las bases de datos de mayor difusión y aceptación internacional y recoger artículos que han pasado unos procesos de revisión que no están presentes en otras bases de datos, como la anteriormente mencionada arXiv.

### Definición del protocolo de revisión

De una forma sucinta, se presenta el protocolo de revisión (García-Peñalvo, 2022) seguido en el estudio:

#### 1. Preguntas de investigación:

- PI<sub>1</sub>. Características de los ítems del corpus final de la revisión (años de publicación, tipo de artículo, fuentes, autores, distribución geográfica).
- PI<sub>2</sub>. En qué campos disciplinares se desarrollan los estudios.
- PI<sub>3</sub>. Cuáles son las aportaciones de la IA generativa a la educación.
- PI<sub>4</sub>. Qué intervenciones educativas se reflejan o se proponen en los estudios.

#### 2. Criterios de inclusión y exclusión:

- CI<sub>1</sub>. El artículo debe estar publicado o aceptado para su publicación y accesible en acceso temprano.
- CI<sub>2</sub>. El artículo no debe ser una nota o una carta.
- CI<sub>3</sub>. El artículo debe estar escrito en inglés.
- CI<sub>4</sub>. El texto completo del artículo debe estar accesible.
- CI<sub>5</sub>. El artículo tiene relación con el uso de la inteligencia artificial generativa en la educación.
- CI<sub>6</sub>. El artículo aporta una experiencia educativa o una reflexión sobre el uso educativo de la inteligencia artificial generativa.
- CI<sub>7</sub>. El artículo no es una versión de otro ya incluido en el corpus.
- CE<sub>1</sub>. El artículo no está publicado o aceptado para su publicación y accesible en acceso temprano.
- CE<sub>2</sub>. El artículo es una nota o una carta.
- CE<sub>3</sub>. El artículo no está escrito en inglés.
- CE<sub>4</sub>. El texto completo del artículo no está accesible.
- CE<sub>5</sub>. El artículo no tiene relación con el uso de la inteligencia artificial generativa en la educación.
- CE<sub>6</sub>. El artículo no aporta una experiencia educativa o una reflexión sobre el uso educativo de la inteligencia artificial generativa.
- CE<sub>7</sub>. El artículo es una versión de otro ya incluido en el corpus y, por tanto, no aporta nada nuevo sobre el artículo ya incluido.

#### 3. Fuentes de datos:

Web of Science (WoS) y Scopus.

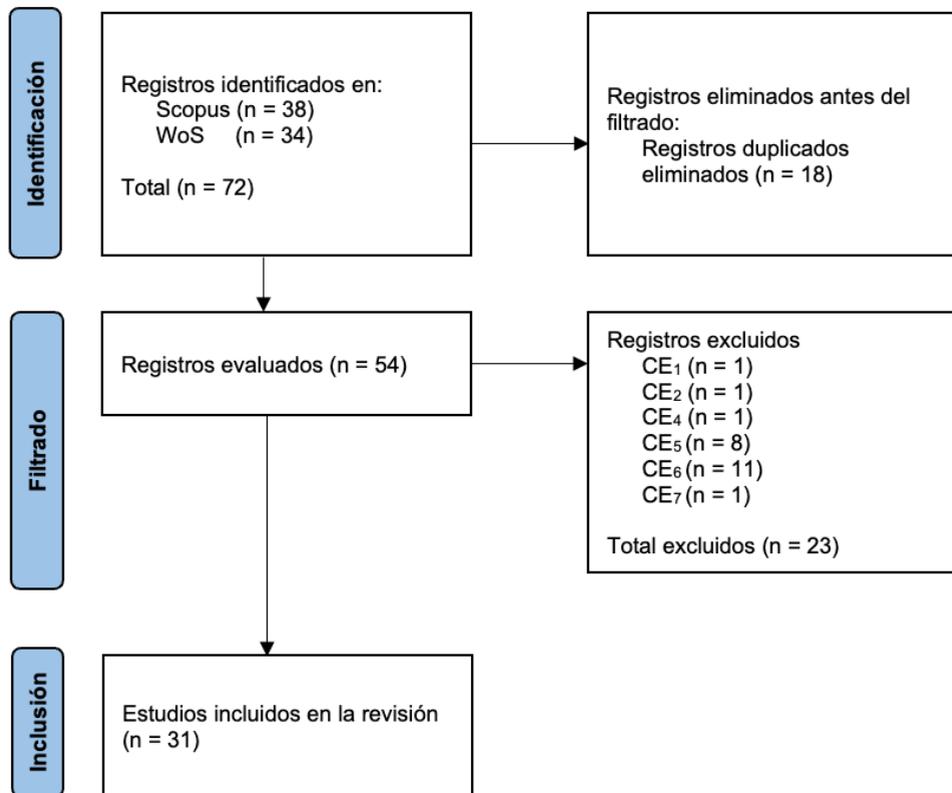
#### 4. Ecuación canónica de búsqueda:

Education AND (“generative artificial intelligence” OR “generative AI” OR “chatgpt”).

### Resultados de la revisión

En el diagrama PRISMA (Page et al., 2021) recogido en la Figura 1 se resume el proceso de búsqueda y filtrado de los resultados obtenidos, mientras que en la Tabla 2 se presentan los estudios incluidos en el corpus final de la revisión.

**Figura 1**  
Flujo de trabajo de la revisión rápida



Fuente: elaboración propia.

**Tabla 2**

*Estudios incluidos en el corpus final de la revisión, ordenados por el apellido del primer autor*

<b>Código</b>	<b>Referencia</b>
[1]	(Ali, DiPaola, y Breazeal, 2021)
[2]	(Ali, DiPaola, Lee, et al., 2021)
[3]	(Arora y Arora, 2022)
[4]	(Choi et al., 2023)
[5]	(Cooper, 2023)
[6]	(Cotton et al., 2023)
[7]	(Crawford et al., 2023)
[8]	(Dwivedi et al., 2023)
[9]	(Finnie-Ansley et al., 2023)
[10]	(García-Peñalvo, 2023)
[11]	(Gašević et al., 2023)
[12]	(Gilson et al., 2023)
[13]	(Iskender, 2023)
[14]	(Johinke et al., 2023)
[15]	(Karaali, 2023)
[16]	(Khan et al., 2023)
[17]	(Kung et al., 2023)
[18]	(Lee, 2023)
[19]	(Lim et al., 2023)
[20]	(Lyu et al., 2022)
[21]	(Masters, 2023)
[22]	(Mbakwe et al., 2023)
[23]	(Pataranutaporn et al., 2022)
[24]	(Pavlik, 2023)
[25]	(Perkins, 2023)
[26]	(Sallam, 2023)
[27]	(Šlapeta, 2023)
[28]	(Thorp, 2023)
[29]	(Thurzo et al., 2023)
[30]	(Tlili et al., 2023)
[31]	(Vartiainen y Tedre, 2023)

*Fuente:* elaboración propia.

*PI<sub>1</sub> Características de los ítems del corpus final de la revisión (años de publicación, tipo de artículo, fuentes, autores, distribución geográfica)*

Los artículos seleccionados se concentran mayoritariamente en el año 2023 (aproximadamente el 84 %), lo que claramente transmite la novedad de la aplicación de la inteligencia artificial generativa a la educación. Predomina el artículo de revista con 71 % (un 87 % si se consideran los artículos editoriales también publicados en revistas, se ha considerado que los artículos editoriales, dado el momento emergente de la IA generativa, podrían aportar una visión reflexiva y crítica por parte de los equipos editoriales de las revistas científicas). En cuanto a la fuente en la que los artículos fueron publicados hay una gran dispersión. De las 26 fuentes representadas, solo hay una con tres artículos (*Journal of University Teaching and Learning Practice*), seguida de otras tres fuentes que han publicado dos artículos seleccionados (*AAAI Conference on Artificial Intelligence; Computers and Education: Artificial Intelligence; PLOS Digital Health*). Exactamente igual que sucede con las fuentes ocurre con los autores, no hay una gran concentración de artículos en número reducido de autores. De los 169 autores que firman los artículos seleccionados, hay solo dos autoras que han participado en tres artículos (Safinah Ali y Cynthia Breazeal) y otra autora que lo ha hecho en dos artículos (Daniella DiPaola). En la distribución geográfica de los artículos destaca Estados Unidos, representado en quince artículos, seguido de Australia, representado en ocho artículos.

*PI<sub>2</sub> En qué campos disciplinares se desarrollan los estudios*

El campo disciplinar de Educación, entendido como un campo transversal, es el más representado en el corpus de la revisión con nueve artículos (29 %), seguido de Medicina con ocho artículos (25,8 %). La organización en campos disciplinares se puede apreciar en la Tabla 3.

**Tabla 3**

*Disciplinas en las que se centran los estudios incluidos en el corpus final de la revisión*

<b>Campo Disciplinar</b>	<b>Nº de artículos</b>	<b>Artículos</b>
Artesanía	1	[31]
Biología	1	[27]
Ciencias	1	[5]
Educación	9	[6] [7] [8] [10] [11] [19] [23] [28] [30]
Enfermería	1	[4]
Escritura	2	[14] [25]
Ingeniería Informática	1	[9]

Campo Disciplinar	Nº de artículos	Artículos
Matemáticas	1	[15]
Medicina	8	[3] [12] [16] [17] [18] [21] [22] [26]
Odontología	1	[29]
Periodismo	1	[24]
Preuniversitario	3	[1] [2] [20]
Turismo	1	[13]

Fuente: elaboración propia.

### PI<sub>3</sub>. Cuáles son las aportaciones de la IA generativa a la educación

La percepción más generalizada sobre las tecnologías basadas en IA generativa en educación es una mezcla de entusiasmo y aprensión. Esta posición se refleja muy bien en las cuatro paradojas expresadas por Lim et al. (2023), la IA generativa:

1. Es “amiga” y “enemiga” a la vez.
2. Es “capaz” pero “dependiente”.
3. Es “accesible” pero “restrictiva”.
4. Se hace aún más “popular” cuando está “prohibida”.

Sobre esta base, se presentan los beneficios, riesgos y retos presentes en los trabajos que conforman el corpus de la revisión.

Beneficios y potenciales usos en educación:

- B<sub>1</sub>. Acceso a una gran cantidad de información relevante en tiempo real, para posteriormente procesarla, resumirla y presentarla como si fuera un humano [4] [6] [16] [24].
- B<sub>2</sub>. Generación de grandes baterías de contenidos educativos (casos, unidades, rúbricas, cuestionarios, etc.), que puedan preservar la privacidad en algunos casos críticos como en el dominio de la educación médica [3] [5] [16] [17] [24] [26].
- B<sub>3</sub>. Herramientas de apoyo para aprender nuevos conceptos frente a medios más tradicionales, incluyendo la capacidad de resumir o explicar conceptos complejos [5] [16].
- B<sub>4</sub>. Su capacidad para comprender el contexto permite una interacción (diálogo) con estas herramientas que puede ayudar a la obtención de respuestas autodirigidas a las preguntas y aprender más eficazmente sobre diversos temas [4] [12].

- B<sub>5</sub>. Potencian el pensamiento crítico y la creatividad al ofrecer al estudiantado la oportunidad de recibir comentarios sobre sus tareas y de cuestionar sus creencias [7] [26] [31].
- B<sub>6</sub>. Apoyan al estudiantado en tareas más repetitivas, así se puede centrar en la esencia de las tareas y ser más crítico en su aprendizaje [7] [13].
- B<sub>7</sub>. Facilitan el desarrollo inicial de ideas y la reflexión sobre ellas [7] [13].
- B<sub>8</sub>. Proporcionan una plataforma de comunicación asíncrona, lo que aumenta el compromiso y facilita la colaboración del estudiantado [6].
- B<sub>9</sub>. Permiten un aprendizaje personalizado [6] [12] [16] [18] [26].
- B<sub>10</sub>. Pueden ayudar a estudiantes con problemas al escribir y, en general, a cualquiera a tener más control sobre sus competencias de escritura [5] [7].
- B<sub>11</sub>. Pueden convertirse en asistentes virtuales de aprendizaje [7] [10] [18].
- B<sub>12</sub>. Pueden servir como herramientas de aprendizaje continuo e informal [4].
- B<sub>13</sub>. Facilitan el desarrollo de las competencias lingüísticas [6] [16].
- B<sub>14</sub>. Mejora de la productividad del profesorado al tener que invertir menos tiempo a responder las mismas preguntas del estudiantado, a calificar trabajos escritos, etc., lo que permitiría al profesorado centrarse en tareas de más alto nivel, como proporcionar comentarios y apoyo a los estudiantes [4] [6] [8] [13] [16] [18].
- B<sub>15</sub>. Apoyan a la evaluación automatizada y otras innovaciones en la evaluación [6] [16].

#### Riesgos de las herramientas de IA generativa para la educación:

- R<sub>1</sub>. Aprendizaje rápido y superficial [8].
- R<sub>2</sub>. Pueden suponer un impedimento para que el estudiantado desarrolle habilidades de pensamiento crítico e independiente, lo que podría tener repercusiones a largo plazo [4] [8] [9] [13] [18].
- R<sub>3</sub>. Pueden ir en contra del desarrollo de la creatividad [8] [13].
- R<sub>4</sub>. Pueden ofrecer información incompleta, lo que puede llevar a malinterpretar un concepto [4] [7] [10] [24] [26].
- R<sub>5</sub>. Pueden ofrecer respuestas con verosimilitud aparente, pero carentes de coherencia, produciéndose en muchos casos resultados “inventados”, que reciben el nombre de alucinaciones [14] [16] [18] [26] [27] [31].
- R<sub>6</sub>. Tienen carencias a la hora de interpretar la información cuantitativa insertada en un texto [15].
- R<sub>7</sub>. En muchas ocasiones no se ofrece información sobre la autoría o la fuente de evidencia que respalda los resultados obtenidos, lo que también supone una vulneración de los derechos de autor [5] [6] [10] [11] [14] [26] [31].
- R<sub>8</sub>. Pueden afectar negativamente al desarrollo de las habilidades interpersonales, por ejemplo, la comunicación e interacción del

- estudiantado con el profesorado y sus compañeros y compañeras puede verse resentida [4] [18].
- R<sub>9</sub>. Uso deshonesto de estas herramientas cuando se utiliza sin más el resultado obtenido como propio, lo que podría ser considerado como un plagio [4] [6] [8] [10] [11] [13] [16] [18] [25] [26] [29].
- R<sub>10</sub>. Una posible causa de problemas de equidad entre las personas que tienen acceso y usan estas herramientas (o versiones premium de pago) y las que no [4] [6] [13] [19].
- R<sub>11</sub>. Invasión en la privacidad de los datos y la confidencialidad [13] [18].
- R<sub>12</sub>. Aumento de los prejuicios raciales y socioeconómicos por los sesgos de los datos en el entrenamiento de estas aplicaciones [13] [18] [29] [31].
- R<sub>13</sub>. Posible impacto negativo en el medioambiente por la potencia de procesamiento que se requiere para obtener los resultados [5].
- R<sub>14</sub>. Problemas de ciberseguridad [26].

#### Retos que abre la IA generativa para los sistemas educativos:

- Re<sub>1</sub>. Adaptación de todos los actores involucrados al ecosistema digital derivado de la IA generativa, que está en continua evolución [8] [19].
- Re<sub>2</sub>. Formación del profesorado en competencias sobre IA generativa [4] [5] [6] [10] [11] [30].
- Re<sub>3</sub>. Generación de comunidades de práctica para compartir experiencias sobre el uso educativo de la IA [4].
- Re<sub>4</sub>. Desarrollo en el estudiantado de las competencias sobre IA generativa, con énfasis en el desarrollo de pensamiento crítico para poder comprender tanto sus potencialidades como sus limitaciones y hacer un uso ético de estas tecnologías [4] [10] [18] [30].
- Re<sub>5</sub>. Revisión, actualización e innovación de los contenidos curriculares y métodos docentes que hayan podido quedar obsoletos, con la consiguiente resistencia al cambio, en los que haya más cabida para la reflexión del estudiantado [10] [11] [13] [14] [18] [22] [24] [26] [28] [29] [30].
- Re<sub>6</sub>. Búsqueda de alternativas y/o complementariedades a la hora de la evaluación (oralidad como complemento a los trabajos escritos, evaluaciones abiertas que fomenten la originalidad y la creatividad, entrega de esquemas gráficos, preocuparse por el proceso seguido y no solo por el producto final) [4] [6] [7] [8] [10] [18].
- Re<sub>7</sub>. Desarrollo de códigos éticos y definición de directrices generales con respecto a la IA generativa [8] [19] [21] [26].

#### PI<sub>4</sub>. *Qué intervenciones educativas se reflejan o se proponen en los estudios*

En los diferentes trabajos seleccionados se encuentran varias intervenciones educativas que bien se han realizado o bien se proponen con medidas de acción ante lo que supone la llegada masiva de tecnologías relacionadas con la IA generativa. Estas intervenciones se distinguen en el aula y en la definición de estrategias y políticas educativas.

#### Trabajo en el aula

Los primeros trabajos (desde una perspectiva temporal) que aplican técnicas de IA generativa en el aula se refieren al diseño de actividades para llevar las *Generative Adversarial Networks* (GAN) (Goodfellow et al., 2020; Karras et al., 2021) al aula en estudios preuniversitarios. Ali, DiPaola y Breazeal (2021) diseñaron actividades educativas sobre qué eran las GAN para que el estudiantado comprendiera los conceptos de generadores y discriminadores, es decir, que pudieran entender que el objetivo del generador es crear algo nuevo que el discriminador tiene que clasificar como real o como falso. El objetivo de estas actividades era que los alumnos comprendieran mejor el funcionamiento de las GAN y su papel en la IA generativa. Por su parte, en Ali, DiPaola, Lee, et al. (2021) se utilizan las actividades con estudiantes de secundaria para concienciar sobre los aspectos éticos de la IA utilizando herramientas para la generación de *deepfakes*. Estas actividades pretendían fomentar una comprensión más profunda de los riesgos potenciales y las consideraciones éticas de las herramientas generativas de IA. Pataranutaporn et al. (2022) exploran los efectos en el aprendizaje cuando se usan instructores virtuales generados con inteligencia artificial, encontrando una correlación positiva entre la simpatía por el instructor y la motivación del estudiantado, aunque no se refleje en una mayor puntuación en las pruebas de evaluación. Lyu et al. (2022) introducen la IA en el nivel preuniversitario a través de herramientas interactivas, la metáfora de la caverna de Platón y exploraciones artísticas, pero estos autores utilizan los VAE (*Variational Autoencoders*) (Kingma y Welling, 2022) en lugar de las GAN.

Las GAN también tienen aplicación práctica en la formación de los futuros médicos, produciendo de forma rápida material de formación y simulaciones que se puedan utilizar como recursos educativos (Arora y Arora, 2022). Estos casos sintéticos aumentarían la cantidad de casos extremos con los que crear escenarios de aprendizaje que, además, protegerían la identidad de los pacientes, facilitando como beneficio añadido el intercambio de recursos (casos) entre instituciones.

Dwivedi et al. (2023) proponen que profesorado y estudiantado exploren juntos las aplicaciones y los límites, tanto éticos como de capacidad, de la IA generativa, permitiendo así el uso de esta tecnología de formas inimaginables. Para ello proponen utilizar el marco *IT Mindfulness* (Thatcher et al., 2018) que incluye cuatro elementos: 1) alerta a la distinción, 2) conciencia de múltiples perspectivas, 3) apertura a la novedad y 4) orientación en el presente.

Šlapeta (2023) reflexiona sobre cómo empezar a utilizar herramientas de IA generativa en el aula y comienza estableciendo sus límites, es decir, se trata de modelos, no de fuentes de sabiduría ni de la verdad absoluta. Cualquier asistente ayuda a ordenar los pensamientos y las tareas en trozos significativos. Sin embargo, si se quiere incorporar esta tecnología a la rutina diaria, se debe aprender a utilizar, de forma que el usuario deber ser el experto y, como tal, el responsable de verificar los resultados que le proporciona el asistente.

### Definición de estrategias y políticas educativas

No se debe prohibir el uso en las instituciones educativas de las herramientas que emplean IA generativa (Choi et al., 2023; García-Peñalvo, 2023; Iskender, 2023; Lim et al., 2023; Perkins, 2023; Tlili et al., 2023), siendo la prohibición el mejor síntoma de que las instituciones de educación no están preparadas todavía para la incorporación natural de estas tecnologías, herramientas que, por otra parte, están a disposición del estudiantado fuera de las instituciones educativas y serán herramientas habituales en su puesto de trabajo tras terminar sus estudios (Masters, 2023). Pero, consecuentemente, el profesorado debe sentirse respaldado por el gobierno de sus instituciones y tener claro las expectativas que suponen estas herramientas en todo el proceso de enseñanza/aprendizaje, con una atención especial en el caso de la evaluación (Cooper, 2023).

Para poner freno al uso fraudulento o carente de ética, que no es algo que haya surgido por la aparición de estas tecnologías, el profesorado tiene que potenciar su rol de concienciación del estudiantado sobre la importancia de honestidad académica, el valor del pensamiento crítico y las consecuencias de los usos deshonestos (Choi et al., 2023; Dwivedi et al., 2023), ejerciendo una labor de mayor liderazgo (Crawford et al., 2023) y cambiando la narrativa en pro de una responsabilidad distribuida cuando se trata de mala conducta académica. Es decir, que el gobierno, el profesorado y el estudiantado compartan la responsabilidad (Lim et al., 2023). No obstante, la promoción de las buenas prácticas no debe significar una renuncia a la necesidad de detección del fraude académico, ya que las trampas no detectadas suponen una forma de desigualdad en el presente y una carencia de formación en el futuro. Además, dada su naturaleza global, se hace necesaria la coordinación internacional para maximizar los beneficios de estas herramientas (Dwivedi et al., 2023).

### REFLEXIÓN

La IA es un conjunto de herramientas de procesamiento de información que supone un paso más en los muchos dados en este campo en el último siglo. Permite procesar información de una forma útil para el ser humano por su velocidad y el ajuste a los objetivos. Lo más llamativo de lo sucedido en los últimos meses, y lo que probablemente afecta más a la educación, es una parte específica de estas IA, los

llamados modelos generativos, cuya estrategia comercial y colaborativa ha permitido interactuar con ellas a millones de personas en todo el mundo, haciéndonos globalmente conscientes de las posibilidades que ofrece y de los posibles riesgos.

Aunque se han difundido IA dedicadas a tareas diferentes como creación y manipulación de imágenes o vídeos, las que ofrecen la opción de la gestión del lenguaje natural son las que más han impactado. Esto es la primera vez que sucede con esta dimensión y calidad. No nos impresiona ya el manejo que las máquinas hacen en la actualidad de los números, algo que hace unos años era también objeto de controversia. Empezamos a familiarizarnos con los robots o drones, que ya tenemos en nuestras casas. Ahora, nos planteamos los problemas de la gestión del lenguaje, algo que hemos considerado como parte de la esencia de los seres humanos, lo que nos pone en alerta. Pero que una máquina pueda manejar lenguaje de la misma manera que un humano, no la convierte en humana, salvo que nosotros creamos que es así.

Un planteamiento similar se ha dado con el sufrimiento y los sentimientos de amor en otros seres vivos. Cualidades que durante siglos han sido atribuidas exclusivamente a los seres humanos, admitimos ahora que también son propias de otros seres vivos. En un ejercicio más de incoherencia humana, podríamos empezar a preocuparnos por si las máquinas que manejan lenguaje tienen sentimientos, como ya se ha hecho en algún caso, mientras que seguimos dudando de si otros seres vivos los tienen. La diferencia entre estos dos casos es que la máquina maneja nuestro mismo lenguaje, podemos preguntarle directamente y ella nos contesta, mientras que otros seres vivos manejan otros tipos de lenguaje, con el que la mayoría de los seres humanos no podemos interactuar. No parece que este deba ser el criterio que marque la diferencia.

No todo lo que es posible imaginar con una IA es real en este momento. Hay que ir analizando cada una de las opciones que aparecen y situarlas en el marco de utilidad adecuado. No hay una sola IA, hay muchos modelos entrenados de formas diferentes para hacer tareas específicas. Además, los resultados son utilizados por otro tipo de *software* que genera funciones que ya no son propias de una IA. Si las resistencias pueden poner en peligro el uso de herramientas tan potentes como estas de las que hablamos, es esencial que las preguntas se ajusten a los hechos, para que las respuestas puedan ofrecer opciones reales.

No existe ningún ejemplo relevante de tecnología a la que se haya prohibido el acceso con éxito. El acceso a Internet o a los dispositivos móviles inteligentes han generado también numerosos debates con propuestas claras de limitación a determinadas personas por su edad o condición. Sin embargo, ninguna de estas iniciativas parece haber tenido éxito. Esto se debe especialmente a que el control se encuentra más enfocado a la limitación del acceso que a la capacidad de los usuarios para filtrar la información y las herramientas de las que dispone. Esto es un fenómeno que tampoco es nuevo, dado que de siempre el acceso a la información no filtrada ha generado debates.

En este artículo no pretendemos resolver el problema de si herramientas como ChatGPT son inteligentes o no. Lo que parece que no hay duda es que realizan funciones que, cuando son realizadas por un ser humano, son consideradas reflejo de la inteligencia del sujeto que las usa. Decimos sin problema que modelos similares que han sido diseñados para jugar al ajedrez son extremadamente inteligentes (hasta el punto de que los humanos no juegan torneos con ellos). ¿Por qué ahora tenemos estas prevenciones? Quizás se debe solo a que las otras son tareas que no todos los seres humanos realizan (jugar al ajedrez) o por las que tienen escaso interés. Sin embargo, el uso del lenguaje es cosa de todos y todos creemos entender de qué hablamos (nunca mejor dicho).

Mientras organizaciones e instituciones debaten sobre la postura que deben tomar o recomendar sobre el uso de estas IA en la educación, la tecnología avanzará lo suficiente, como para que dichas resoluciones carezcan de sentido cuando se aprueben. Es muy importante tener esto en cuenta, para no dedicar tiempo a normas o recomendaciones de imposible cumplimiento.

El problema para el mundo académico es que las máquinas pueden hacer fácilmente, y de manera bastante acertada en este momento (quizás totalmente acertada en unos meses), tareas que nosotros hemos encomendado a nuestros estudiantes como mecanismo para determinar si alcanzan los objetivos de una asignatura, es decir, para su evaluación. La primera reacción ante esta situación es impedirles utilizar este tipo de herramientas. Sin embargo, la pregunta ahora es más interesante: si una máquina ya puede hacer una tarea, ¿qué otras cosas podrían empezar a hacer los seres humanos asistidos por estas máquinas? Lo mismo nos hemos planteado en el siglo XVIII y XIX con las revoluciones industriales, cuando las máquinas sustituyeron la mano de obra en multitud de fábricas. Ahora tenemos la capacidad de hacer las mismas cosas mucho más rápido y, lo que es mejor, plantearnos hacer cosas diferentes. Que sea o no para mejorar el bienestar de nuestras sociedades, será responsabilidad nuestra.

Los problemas que aquí hemos presentado no son propios del ámbito de la educación. También afectan a otros sectores que hemos mencionado como la abogacía, la medicina, la ingeniería o la programación. Afectará a toda aquella tarea que requiera el manejo rápido de grandes cantidades de información contenida en bases de datos o, esta es la gran novedad, en textos. La educación no debe situarse al margen de estos debates y debemos imponernos la tarea de estar atentos a las opciones que estas herramientas nos dan para maximizar las posibilidades de aprendizaje de todos: profesorado y estudiantado. Quizás debamos realizar ciertos cambios en los planes de estudio de nuestras titulaciones incorporando el aprendizaje del uso de estas herramientas en cada uno de los campos, pero lo que es seguro es que tendremos que hacer ya cambios sustanciales en nuestra manera de enseñar y en lo que pediremos a nuestros estudiantes que hagan.

Por último, en la redacción de este artículo, nos hemos dado cuenta de cuál será nuestro principal problema: la velocidad a la que tendremos que analizar e incorporar

estas novedades. En el tiempo que lo hemos escrito y atendido las sugerencias de los revisores, han surgido más y más opciones. Este será el verdadero reto a partir de ahora.

## REFERENCIAS

- Adiwardana, D. (2020, January 28th). Towards a Conversational Agent that Can Chat About...Anything. *Google*. <http://bit.ly/3YAYGpm>
- Agarwal, G. (2023). *AI Tool Master List*. <https://doi.org/10.1007/s43681-022-00147-7>
- Ali, S., DiPaola, D. y Breazeal, C. (2021). What are GANs?: Introducing Generative Adversarial Networks to Middle School Students. En *Proceedings of the 35th AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2021* (pp. 15472-15479). <https://doi.org/10.1609/aaai.v35i17.17821>
- Ali, S., DiPaola, D., Lee, I., Sindato, V., Kim, G., Blumofe, R. y Breazeal, C. (2021). Children as creators, thinkers and citizens in an AI-driven future. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100040. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100040>
- Alier-Forment, M. y Llorens-Largo, F. (2023). EP-31 Las Alucinaciones de ChatGPT con Faraón Llorens In *Cabalga el Cometa*. <https://bit.ly/3ZCNBVT>
- Alonso, C. (2023, 19 de abril). ¡Ojo con ChatGPT, que es un charlatán mentirosillo! *El futuro está por hackear*. <https://bit.ly/44dEbCk>
- Arora, A. y Arora, A. (2022). Generative adversarial networks and synthetic patient data: current challenges and future perspectives. *Future Healthcare Journal*, 9(2), 190-193. <https://doi.org/10.7861/fhj.2022-0013>
- Bozkurt, A., Xiao, J., Lambert, S., Pazurek, A., Crompton, H., Koseoglu, S., Farrow, R., Bond, M., Nerantzi, C., Honeychurch, S., Bali, M., Dron, J., Mir, K., Stewart, B., Costello, E., Mason, J., Stracke, C. M., Romero-Hall, E., Koutropoulos, A., ... Jandrić, P. (2023). Speculative futures on ChatGPT and generative artificial intelligence (AI): A collective reflection from the educational landscape. *Asian Journal of Distance Education*, 18(1), 53-130. <https://doi.org/10.5281/zenodo.7636568>
- Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., ... Amodei, D. (2020). Language Models are Few-Shot Learners. *arXiv*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2005.14165>
- Chng, E., Tan, A. L. y Tan, S. C. (2023). Examining the Use of Emerging Technologies in Schools: a Review of Artificial Intelligence and Immersive Technologies in STEM Education. *Journal for STEM Education Research, In Press*. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00092-y>
- Choi, E. P. H., Lee, J. J., Ho, M. H., Kwok, J. Y. Y. y Lok, K. Y. W. (2023). Chatting or cheating? The impacts of ChatGPT and other artificial intelligence language models on nurse education. *Nurse Education Today*, 125, Article 105796. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2023.105796>
- Chomsky, N., Roberts, I. y Watumull, J. (2023, March 8th). The False Promise of ChatGPT. *The New York Times*. <http://bit.ly/3GycXfx>
- Coeckelbergh, M. (2023). *La filosofía política de la inteligencia artificial. Una introducción*. Cátedra.

- Collins, E. y Ghahramani, Z. (2021, May 18th). LaMDA: our breakthrough conversation technology. *Google*. <http://bit.ly/3I5udIZ>
- Cooper, G. (2023). Examining Science Education in ChatGPT: An Exploratory Study of Generative Artificial Intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 444-452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Cotton, D. R. E., Cotton, P. A. y Shipway, J. R. (2023). Chatting and cheating: Ensuring academic integrity in the era of ChatGPT. *Innovations in Education and Teaching International*, In Press. <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2190148>
- Crawford, J., Cowling, M. y Allen, K. A. (2023). Leadership is needed for ethical ChatGPT: Character, assessment, and learning using artificial intelligence (AI). *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 20(3). <https://doi.org/10.53761/1.20.3.02>
- Crespo Artiaga, D., Ruiz Martínez, P. M., Claver Iborra, J. M., Fernández Martínez, A. y Llorens Largo, F. (Eds.). (2023). *UNIVERSITIC 2022. Análisis de la madurez digital de las universidades españolas en 2022*. Crue Universidades Españolas. <https://bit.ly/3n6otp3>
- Dennett, D. (2017). *De las bacterias a Bach. La evolución de la mente*. Pasado & Presente.
- Devlin, J. y Chang, M.-W. (2018, November 2nd). Open Sourcing BERT: State-of-the-Art Pre-training for Natural Language Processing. *Google*. <http://bit.ly/3Ebwrpi>
- Devlin, J., Chang, M.-W., Lee, K. y Toutanova, K. (2019). BERT: Pre-training of deep bidirectional transformers for language understanding. *arXiv preprint*, Article 1810.04805. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1810.04805>
- Dwivedi, Y. K., Kshetri, N., Hughes, L., Slade, E. L., Jeyaraj, A., Kar, A. K., Baabdullah, A. M., Koohang, A., Raghavan, V., Ahuja, M., Albanna, H., Albashrawi, M. A., Al-Busaidi, A. S., Balakrishnan, J., Barlette, Y., Basu, S., Bose, I., Brooks, L., Buhalis, D., ... Wright, R. (2023). "So what if ChatGPT wrote it?" Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *International Journal of Information Management*, 71, Article 102642. <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>
- Ebrahimi, Y. (2023). *1000 AI collection tools*. <http://bit.ly/3YOjkSK>
- European University Association (2023). *Artificial intelligence tools and their responsible use in higher education learning and teaching*. European University Association. <https://bit.ly/3Hq2ROF>
- Finnie-Ansley, J., Denny, P., Luxton-Reilly, A., Santos, E. A., Prather, J. y Becker, B. A. (2023). My AI Wants to Know if This Will Be on the Exam: Testing OpenAI's Codex on CS2 Programming Exercises. En *ACE '23: Proceedings of the 25th Australasian Computing Education Conference* (pp. 97-104). ACM. <https://doi.org/10.1145/3576123.3576134>
- Flores-Vivar, J. M. y García-Peñalvo, F. J. (2023a). La vida algorítmica de la educación: Herramientas y sistemas de inteligencia artificial para el aprendizaje en línea. En G. Bonales Daimiel y J. Sierra Sánchez (Eds.), *Desafíos y retos de las redes sociales en el ecosistema de la comunicación*, (Vol. 1, pp. 109-121). McGraw-Hill.
- Flores-Vivar, J. M. y García-Peñalvo, F. J. (2023b). Reflections on the ethics, potential, and challenges of artificial intelligence in the framework of quality education (SDG4). *Comunicar*, 31(74), 35-44. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- García-Peñalvo, F. J. (2022). Developing robust state-of-the-art reports: Systematic Literature Reviews. *Education in the*

- Knowledge Society*, 23, Article e28600. <https://doi.org/10.14201/eks.28600>
- García-Peñalvo, F. J. (2023). The perception of Artificial Intelligence in educational contexts after the launch of ChatGPT: Disruption or Panic? *Education in the Knowledge Society*, 24, Article e31279. <https://doi.org/10.14201/eks.31279>
- García-Peñalvo, F. J. y Vázquez-Ingelmo, A. (2023). What do we mean by GenAI? A systematic mapping of the evolution, trends, and techniques involved in Generative AI. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence, In Press*.
- Gašević, D., Dawson, S. y Siemens, G. (2015). Let's not forget: Learning analytics are about learning. *TechTrends*, 59(1), 64-71. <https://doi.org/10.1007/s11528-014-0822-x>
- Gašević, D., Siemens, G. y Sadiq, S. (2023). Empowering learners for the age of artificial intelligence. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 4, Article 100130. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100130>
- Gates, B. (2023, March 21). The Age of AI has begun. *GatesNotes*. <http://bit.ly/3nZjFF4>
- Gilson, A., Safranek, C. W., Huang, T., Socrates, V., Chi, L., Taylor, R. A. y Chartash, D. (2023). How Does ChatGPT Perform on the United States Medical Licensing Examination? The Implications of Large Language Models for Medical Education and Knowledge Assessment. *JMIR Medical Education*, 9, Article e45312. <https://doi.org/10.2196/45312>
- Gobierno de España (2020). *ENIA: Estrategia Nacional de Inteligencia Artificial*. Ministerio de Asuntos Económicos y Transformación Digital. <https://bit.ly/3oHHUbo>
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., Courville, A. y Bengio, Y. (2020). Generative adversarial networks. *Commun. ACM*, 63(11), 139-144. <https://doi.org/10.1145/3422622>
- Grant, M. J. y Booth, A. (2009). A typology of reviews: an analysis of 14 review types and associated methodologies. *Health Information and Libraries Journal*, 26(2), 91-108. <https://doi.org/10.1111/j.1471-1842.2009.00848.x>
- Gruetzemacher, R. y Paradice, D. (2022). Deep Transfer Learning & Beyond: Transformer Language Models in Information Systems Research. *ACM Computing Surveys*, 54(10s). <https://doi.org/10.1145/3505245>
- Gubareva, R. y Lopes, R. P. (2020). Virtual Assistants for Learning: A Systematic Literature Review. En H. Chad Lane, S. Zvacek, y J. Uhomoihi (Eds.), *Proceedings of the 12th International Conference on Computer Supported Education (CSEDU 2020) (Online, May 2 - 4, 2020)* (Vol. 1, pp. 97-103). SCITEPRESS. <https://doi.org/10.5220/0009417600970103>
- Hazzan, O. (2023, January 23). ChatGPT in Computer Science Education. *BLOG@ ACM*. <http://bit.ly/3WYTxpv>
- Hoffmann, J., Borgeaud, S., Mensch, A., Buchatskaya, E., Cai, T., Rutherford, E., de las Casas, D., Hendricks, L. A., Welbl, J., Clark, A., Hennigan, T., Noland, E., Millican, K., Driessche, G. v. d., Damoc, B., Guy, A., Osindero, S., Simonyan, K., Elsen, E., ... Sifre, L. (2022). Training Compute-Optimal Large Language Models. *arXiv*, Article arXiv:2203.15556v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2203.15556>
- Holmes, W., Porayska-Pomsta, K., Holstein, K., Sutherland, E., Baker, T., Shum, S. B., Santos, O. C., Rodrigo, M. T., Cukurova, M., Bittencourt, I. I. y Koedinger, K. R. (2022). Ethics of AI in Education: Towards a Community-Wide Framework. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32, 504-526. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00239-1>

- Informatics Europe (2023). *AI in Informatics Education* (Position paper by Informatics Europe and the National Informatics Associations). Informatics Europe.
- Iskender, A. (2023). Holy or Unholy? Interview with Open AI's ChatGPT. *European Journal of Tourism Research*, 34, Article 3414. <https://doi.org/10.54055/ejtr.v34i.3169>
- Johinke, R., Cummings, R. y Di Lauro, F. (2023). Reclaiming the technology of higher education for teaching digital writing in a post-pandemic world. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 20(2), Article 01. <https://doi.org/10.53761/1.20.02.01>
- Karaali, G. (2023). Artificial Intelligence, Basic Skills, and Quantitative Literacy. *Numeracy*, 16(1), Article 9. <https://doi.org/10.5038/1936-4660.16.1.1438>
- Karras, T., Laine, S. y Aila, T. (2021). A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks. *IEEE Transactions on Pattern Analysis and Machine Intelligence*, 43(12), 4217-4228. <https://doi.org/10.1109/TPAMI.2020.2970919>
- Khan, R. A., Jawaid, M., Khan, A. R. y Sajjad, M. (2023). ChatGPT-Reshaping medical education and clinical management. *Pakistan Journal of Medical Sciences*, 39(2), 605-607. <https://doi.org/10.12669/pjms.39.2.7653>
- Kingma, D. P. y Welling, M. (2022). Auto-Encoding Variational Bayes. *arXiv*, Article arXiv:1312.6114v11. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1312.6114>
- Kirchner, J. H., Ahmad, L., Aaronson, S. y Leike, J. (2023, January 31). New AI classifier for indicating AI-written text. <https://bit.ly/3rbXJYI>
- Kung, T. H., Cheatham, M., Medenilla, A., Sillos, C., De Leon, L., Elepano, C., Madriaga, M., Aggabao, R., Diaz-Candido, G., Maningo, J. y Tseng, V. (2023). Performance of ChatGPT on USMLE: Potential for AI-assisted medical education using large language models. *PLOS Digital Health*, 2(2), Article e0000198. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000198>
- Kurian, T. (2023, March 14th). The next generation of AI for developers and Google Workspace. *The Keyword*. <http://bit.ly/3mUoosx>
- Lee, H. (2023). The rise of ChatGPT: Exploring its potential in medical education. *Anatomical sciences education*, *In Press*. <https://doi.org/10.1002/ase.2270>
- Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I. y Pechenkina, E. (2023). Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators. *International Journal of Management Education*, 21(2), Article 100790. <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- Liu, Y., Han, T., Ma, S., Zhang, J., Yang, Y., Tian, J., He, H., Li, A., He, M., Liu, Z., Wu, Z., Zhu, D., Li, X., Qiang, N., Shen, D., Tianming Liu y Ge, B. (2023). Summary of ChatGPT/GPT-4 Research and Perspective Towards the Future of Large Language Models. *arXiv*, Article arXiv:2304.01852v3. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.01852>
- Llorens-Largo, F. (2019, 13/02/2019). Las tecnologías en la educación: características deseables, efectos perversos. *Universidad*. <https://bit.ly/3SxO72D>
- Lyu, Z., Ali, S. y Breazeal, C. (2022). Introducing Variational Autoencoders to High School Students. En *Proceedings of the 36th AAAI Conference on Artificial Intelligence, AAAI 2022* (pp. 12801-12809). <https://doi.org/10.1609/aaai.v36i11.21559>
- Maslej, N., Fattorini, L., Brynjolfsson, E., Etchemendy, J., Ligett, K., Lyons, T., Manyika, J., Ngo, H., Niebles, J. C., Parli, V., Shoham, Y., Wald, R., Jack Clark y Perrault, R. (2023). *The AI Index 2023 Annual Report*. <http://bit.ly/3KBVCFa>

- Masters, K. (2023). Ethical use of artificial intelligence in health professions education: AMEE Guide No. 158. *Medical Teacher*, 45(6), 574-584. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2023.2186203>
- Mbakwe, A. B., Lourentzou, I., Celi, L. A., Mechanic, O. J. y Dagan, A. (2023). ChatGPT passing USMLE shines a spotlight on the flaws of medical education. *PLOS digital health*, 2(2), Article e0000205. <https://doi.org/10.1371/journal.pdig.0000205>
- Meyer, B. (2022, December 23). What Do ChatGPT and AI-based Automatic Program Generation Mean for the Future of Software. *BLOG@CACM*. <https://bit.ly/3LyAJLj>
- Muscanel, N. y Robert, J. (2023). EDUCAUSE QuickPoll Results: Did ChatGPT Write This Report? *EDUCASE Review*. <https://bit.ly/440ouWj>
- Nemorin, S., Vlachidis, A., Ayerakwa, H. M. y Andriotis, P. (2023). AI hyped? A horizon scan of discourse on artificial intelligence in education (AIED) and development. *Learning, Media and Technology*, 48(1), 38-51. <https://doi.org/10.1080/17439884.2022.2095568>
- Neubauer, A. C. (2021). The future of intelligence research in the coming age of artificial intelligence – With a special consideration of the philosophical movements of trans- and posthumanism. *Intelligence*, 87, Article 101563. <https://doi.org/10.1016/j.intell.2021.101563>
- Ng, D. T. K., Lee, M., Tan, R. J. Y., Hu, X., Downie, J. S. y Chu, S. K. W. (2022). A review of AI teaching and learning from 2000 to 2020. *Education and Information Technologies, In Press*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11491-w>
- OpenAI. (2023). GPT-4 Technical Report. *arXiv*, Article arXiv:2303.08774v3. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.08774>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., ... Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *BMJ*, 372, Article n71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Pataranutaporn, P., Leong, J., Danry, V., Lawson, A. P., Maes, P. y Sra, M. (2022). AI-Generated Virtual Instructors Based on Liked or Admired People Can Improve Motivation and Foster Positive Emotions for Learning. En *Proceedings of 2022 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (Uppsala, Sweden, 08-11 October 2022)*. IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE56618.2022.9962478>
- Pavlik, J. V. (2023). Collaborating With ChatGPT: Considering the Implications of Generative Artificial Intelligence for Journalism and Media Education. *Journalism and Mass Communication Educator*, 78(1), 84-93. <https://doi.org/10.1177/10776958221149577>
- Perkins, M. (2023). Academic Integrity considerations of AI Large Language Models in the post-pandemic era: ChatGPT and beyond. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 20(2), Article 07. <https://doi.org/10.53761/1.20.02.07>
- Pichai, S. (2023, February 6th). An important next step on our AI journey. *Google*. <http://bit.ly/3YZj9E2>
- Raffel, C., Shazeer, N., Roberts, A., Lee, K., Narang, S., Matena, M., Zhou, Y., Li, W. y Liu, P. J. (2020). Exploring the limits of transfer learning with a unified text-to-text transformer. *Journal of Machine Learning Research*, 21(140), 1-67.
- Rudolph, J., Tan, S. y Tan, S. (2023). ChatGPT: Bullshit spewer or the end of traditional assessments in higher

- education? *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 1-22. <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.9>
- Sabzalieva, E. y Valentini, A. (2023). *ChatGPT e inteligencia artificial en la educación superior: Guía de inicio rápido* (ED/HE/IESALC/IP/2023/12). UNESCO e Instituto Internacional de la UNESCO para la Educación Superior en América Latina y el Caribe. <https://bit.ly/3oeYm2f>
- Sadasivan, V. S., Kumar, A., Balasubramanian, S., Wang, W. y Feizi, S. (2023). Can AI-Generated Text be Reliably Detected? *arXiv*, Article arXiv:2303.11156v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.11156>
- Sallam, M. (2023). ChatGPT Utility in Healthcare Education, Research, and Practice: Systematic Review on the Promising Perspectives and Valid Concerns. *Healthcare*, 11(6), Article 887. <https://doi.org/10.3390/healthcare11060887>
- Searle, J. R. (1980). Minds, brains, and programs. *Behavioral and Brain Sciences*, 3(3), 417-424. <https://doi.org/10.1017/S0140525X00005756>
- Sivasubramanian, S. (2023, April 13th). Announcing New Tools for Building with Generative AI on AWS. AWS. <https://bit.ly/3mziFXM>
- Šlapeta, J. (2023). Are ChatGPT and other pretrained language models good parasitologists? *Trends in parasitology*, 39(5), 314-316. <https://doi.org/10.1016/j.pt.2023.02.006>
- Taori, R., Gulrajani, I., Zhang, T., Dubois, Y., Li, X., Guestrin, C., Liang, P. y Hashimoto, T. B. (2023). *Alpaca: A Strong, Replicable Instruction-Following Model*. Stanford University. <https://bit.ly/444TrRx>
- Thatcher, J., Wright, R. T., Sun, H., Zagenczyk, T. J. y Klein, R. (2018). Mindfulness in Information Technology Use: Definitions, Distinctions, and a New Measure. *MIS Quarterly*, 42(3), 831-847. <https://doi.org/10.25300/MISQ/2018/11881>
- Thoppilan, R., Freitas, D. D., Hall, J., Shazeer, N., Kulshreshtha, A., Cheng, H.-T., Jin, A., Bos, T., Baker, L., Du, Y., Li, Y., Lee, H., Zheng, H. S., Ghafouri, A., Menegali, M., Huang, Y., Krikun, M., Lepikhin, D., Qin, J., ... Le, Q. (2022). LaMDA: Language Models for Dialog Applications. *arXiv*, Article arXiv:2201.08239v3. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2201.08239>
- Thorp, H. H. (2023). ChatGPT is fun, but not an author. *Science*, 379(6630), 313. <https://doi.org/10.1126/science.adg7879>
- Thurzo, A., Strunga, M., Urban, R., Surovková, J. y Afrashtehfar, K. I. (2023). Impact of Artificial Intelligence on Dental Education: A Review and Guide for Curriculum Update. *Education Sciences*, 13(2), Article 150. <https://doi.org/10.3390/educsci13020150>
- Tlili, A., Shehata, B., Adarkwah, M. A., Bozkurt, A., Hickey, D. T., Huang, R. y Agyemang, B. (2023). What if the devil is my guardian angel: ChatGPT as a case study of using chatbots in education. *Smart Learning Environments*, 10(1), Article 15. <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00237-x>
- Touvron, H., Lavril, T., Izacard, G., Martinet, X., Lachaux, M.-A., Lacroix, T., Rozière, B., Goyal, N., Hambro, E., Azhar, F., Rodriguez, A., Joulin, A., Grave, E. y Lample, G. (2023). LLaMA: Open and Efficient Foundation Language Models. *arXiv*, Article arXiv:2302.13971v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2302.13971>
- Turing, A. M. (1950). Computing machinery and intelligence. *Mind*, 59(236), 433-460. <https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433>
- UNESCO. (2019). *Beijing Consensus on Artificial Intelligence and Education*. International Conference on Artificial Intelligence and Education, Planning

- Education in the AI Era: Lead the Leap, Beijing, China. <https://bit.ly/3n7wBIK>
- UNESCO. (2021). *Inteligencia artificial y educación: Guía para las personas a cargo de formular políticas*. UNESCO. <https://bit.ly/3Hl93Hj>
- UNESCO. (2022). *Recomendación sobre la ética de la inteligencia artificial*. UNESCO. <https://bit.ly/3nc3Yuu>
- van der Zant, T., Kouw, M. y Schomaker, L. (2013). Generative artificial intelligence. En V. C. Müller (Ed.), *Philosophy and Theory of Artificial Intelligence* (107-120). Springer-Verlag. [https://doi.org/10.1007/978-3-642-31674-6\\_8](https://doi.org/10.1007/978-3-642-31674-6_8)
- Vartiainen, H. y Tedre, M. (2023). Using artificial intelligence in craft education: crafting with text-to-image generative models. *Digital Creativity*, 34(1), 1-21. <https://doi.org/10.1080/14626268.2023.2174557>
- Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit, J., Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L. y Polosukhin, I. (2017). Attention is all you need. En *Advances in Neural Information Processing Systems 30: Annual Conference on Neural Information Processing Systems 2017, December 4-9, 2017, Long Beach, CA, USA* (pp. 5998-6008).
- Vázquez-Ingelmo, A., García-Peñalvo, F. J. y Therón, R. (2021). Towards a Technological Ecosystem to Provide Information Dashboards as a Service: A Dynamic Proposal for Supplying Dashboards Adapted to Specific Scenarios. *Applied Sciences*, 11(7), Article 3249. <https://doi.org/10.3390/app11073249>
- Wang, T. y Cheng, E. C. K. (2021). An investigation of barriers to Hong Kong K-12 schools incorporating Artificial Intelligence in education. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, Article 100031. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100031>
- Yang, J., Jin, H., Tang, R., Han, X., Feng, Q., Jiang, H., Yin, B. y Hu, X. (2023). Harnessing the Power of LLMs in Practice: A Survey on ChatGPT and Beyond. *arXiv*, Article arXiv:2304.13712v2. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2304.13712>
- Yilmaz, R., Yurdugül, H., Karaoğlu, Yılmaz, F. G., Şahin, M., Sulak, S., Aydın, F., Tepeç, M., Müftüoğlu, C. T. y Ömer, O. (2022). Smart MOOC integrated with intelligent tutoring: A system architecture and framework model proposal. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, Article 100092. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100092>
- Zhang, L., Basham, J. D. y Yang, S. (2020). Understanding the implementation of personalized learning: A research synthesis. *Educational Research Review*, 31, Article 100339. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2020.100339>
- Zhang, R., Han, J., Liu, C., Gao, P., Zhou, A., Hu, X., Yan, S., Lu, P., Li, H. y Qiao, Y. (2023). LLaMA-Adapter: Efficient Fine-tuning of Language Models with Zero-init Attention. *arXiv*, Article arXiv:2303.16199v2. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.16199>
- Zhao, W. X., Zhou, K., Li, J., Tang, T., Wang, X., Hou, Y., Min, Y., Zhang, B., Zhang, J., Dong, Z., Du, Y., Yang, C., Chen, Y., Chen, Z., Jiang, J., Ren, R., Li, Y., Tang, X., Liu, Z., ... Wen, J.-R. (2023). A Survey of Large Language Models. *arXiv*, Article arXiv:2303.18223v10. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2303.18223>
- Zhou, C., Liu, P., Xu, P., Iyer, S., Sun, J., Mao, Y., Ma, X., Efrat, A., Yu, P., Yu, L., Zhang, S., Ghosh, G., Lewis, M., Zettlemoyer, L. y Levy, O. (2023). LIMA: Less Is More for Alignment. *arXiv*, Article arXiv:2305.11206v1. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.11206>

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 1 de julio de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 3 de julio de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 10 de julio de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024



# La educación en 2030. Prospectiva del futuro por profesorado en formación

## Education in 2030. Prospects of the future by teachers' trainees



- 📄 José Rovira-Collado - *Universidad de Alicante (España)*  
📄 Francisco Antonio Martínez-Carratalá - *Universidad de Alicante (España)*  
📄 Sebastián Miras - *Universidad de Alicante (España)*

### RESUMEN

Este estudio analiza 389 relatos de ciencia ficción sobre la educación del futuro escritos por alumnado de los másteres de formación del profesorado y de investigación educativa de la Universidad de Alicante entre los cursos 2009-2010 y 2019-2020. Durante la práctica “La Educación en 2030” se escribieron estos relatos, disponibles en abierto en los blogs de las distintas asignaturas. Se realiza una investigación mixta con un análisis cualitativo de los relatos y la expresión cuantitativa mediante estadísticos descriptivos en el estudio longitudinal. En los resultados se clasifican los relatos en dos grandes categorías: Predicciones Positivas y Predicciones Negativas, teniendo mayor relevancia estas últimas (52.94 % total), relacionadas con los modelos distópicos de la ciencia ficción. Sobre estas dos macrocategorías se establecen tres códigos principales, que son Predicciones Negativas: Docente-discente, Aprendizaje y Sistema; y Predicciones Positivas: Docencia, Contenidos y Modelo; que articulan el análisis con más subcódigos y frecuencias de aparición de las distintas ideas. Destacamos los códigos sobre la figura del docente como “mediador” o “clandestino”, como dos modelos educativos que se repiten como profesorado del futuro. Se incluyen fragmentos de los relatos analizados para ejemplificar los códigos utilizados. La creación de relatos educativos desde la ciencia ficción ofrece una visión rica, crítica y diversa del futuro. Los relatos estudiados revelan cambios significativos en la praxis docente y en la incorporación de tecnologías, pero también preocupaciones sobre aspectos deshumanizados y la distancia entre ideales y la realidad en temas como las mejoras laborales, la inclusión y la sostenibilidad.

**Palabras clave:** tendencias en educación; futuros (de la sociedad); ciencia ficción; escritura creativa; máster/maestrías; tecnología educativa.

### ABSTRACT

This study analyses 389 science-fiction stories about the future of education, written by students of the Teacher Training and Research in Education Master's Degrees at the University of Alicante between the academic years 2009-2010 and 2019-2020. These stories were written as part of an assignment called “Education in 2030”, and they are available on our open-access course blogs. Our project employs a mixed-research approach and the analyses include both quantitative and qualitative aspects through descriptive statistics in a longitudinal study. According to the results, the stories are classified into two main categories: Positive Predictions and Negative Predictions, the latter being more prominent (52.94% of total), closely connected to dystopian science-fiction models. Within these two macro-categories, three main codes are established about Negative Predictions on one hand, namely Teacher-Learner, Learning process and System, and about Positive Predictions on the other hand: Teaching, Contents and Model. These codes structure the analysis branching into more sub-codes which also mark frequencies of occurrence of ideas and notions. We would like to highlight those codes that characterize the teacher figure as a “mediator” or “clandestine” as two recurrent educational models for the future. Excerpts from the analysed stories are included to illustrate the codes employed. The creation of educational stories within the science-fiction genre offers a rich, critical and comprehensive vision of the future. The stories analysed in this project portend significant changes in teaching practices and a new use of technology, but also show concern about potential dehumanisation in education and a growing distance between ideals and reality concerning work improvement, inclusion and sustainability.

**Keywords:** educational trends; futures (of society); science fiction; creative writing; masters degrees; educational technology.

## INTRODUCCIÓN

Suele ubicarse el nacimiento del término ciencia ficción en la obra del poeta William Wilson, *A Little Earnest Book upon a Great Old Subject*, publicada a mediados del siglo XIX (Stableford, 2006). Las connotaciones que presentaba hacían referencia a la posibilidad de revelar las *verdades* de la ciencia a través de un relato cuya urdimbre fuera al mismo tiempo poética y verídica. La expresión no pretendía entonces englobar las consecuencias futuras del desarrollo científico y tecnológico, sino más bien llamar la atención sobre un género que comprendiera aquello particular de la ficción, o lo poético, y los descubrimientos o exploraciones del campo científico. No hay rastros, sin embargo, de un cuestionamiento o apología del avance científico que nos interpele, o simplemente conciba una organización social diferente. Esta reflexión futurista influye directamente en cómo concebimos la educación del futuro (Burbules et al., 2020).

Desde hace algún tiempo, y en especial a partir del medio siglo XX, la ciencia ficción ha incluido estas particularidades, ofreciendo una versión de lo que el rumbo tecnológico nos podría deparar. Más concretamente, el género se enlaza con la literatura utópica o distópica, dada su capacidad de introducir en su narración la realización potencial de las condiciones tecnológicas presentes y, en un sentido crítico, ofrecer una perspectiva de cuáles pueden ser las características de nuestra sociedad en el futuro (Rovira-Collado et al., 2022).

De esas dos condiciones futuras, la optimista y la pesimista, es incuestionable que la última está desde hace algún tiempo predominando en la ficción. El ocaso del pensamiento utópico es claramente una muestra de cómo reflexionan las sociedades presentes acerca del horizonte futuro. Parece ser entonces que estamos ante una señal inequívoca de desesperanza, donde la preeminencia de las representaciones distópicas manifiesta cuáles son las repercusiones políticas y sociales que lleva consigo el desarrollo imponente de la tecnología. Ciertos autores destacan dos inclinaciones dentro de estas figuraciones del futuro, que responden a dos estados anímicos que imperan en las sociedades actuales. Por un lado, Martínez Mesa (2016) distingue un espíritu pragmático, que participa resignado del despliegue tecnológico; por otro, una disposición que alterna entre la euforia y la sospecha, pero siempre en un estado general de abatimiento, asumiendo también la derrota ante el ascenso inexorable y la ubicuidad de la tecnología.

Si asumimos que estas disposiciones anímicas son preponderantes, no resulta extraño que el escenario que proyectamos hacia el futuro esté cargado de predicciones agoreras. El esbozo de esas circunstancias deriva también de la necesidad de suavizar, a través de esas mismas narraciones, nuestra desazón, de aplacar nuestra inquietud ante un paisaje ciertamente negativo, del mismo modo que sirvieron en otro tiempo las narraciones míticas para vencer la angustia. No pretendemos omitir la existencia de vaticinios optimistas, o que muchas reflexiones sombrías fallan en su previsión (Pogue, 2014), pero el distintivo contemporáneo se encuentra sin duda

en la reflexión crítica acerca de los efectos que tendrá la tecnología. A las visiones esperanzadas de ciertos augures (Kurzweil, 2015) que apuntan a la excelencia de un futuro posthumano se les reprocha la trivialidad con que consideran el conjunto de consecuencias que lleva consigo una ruptura semejante.

Desde nuestra perspectiva, centramos el análisis educativo de las percepciones del futuro profesorado (Barnes, 2008). Los conceptos de utopía y distopía se presentan, considerando este marco teórico, no como ensoñaciones caprichosas o quimeras ingenuas, sino como elementos adecuados para examinar las condiciones vigentes, programas de características inevitablemente asociadas a una situación histórica determinada. Esa labor de comprensión, igualmente, se despliega en un plano comparativo que permite la integración de disciplinas y saberes diversos. No se persigue con esto descartar los procedimientos de la imaginación que participan, así en la utopía como en la distopía, en la creación de sus mitos especulativos, pero sí acentuar las derivaciones estéticas y éticas que se infieren de su desarrollo narrativo.

Existe una larga tradición respecto a la consideración de los dilemas que se vislumbran en un futuro, utilizando para ello la proyección de unas circunstancias supuestas que rivalizan con el ordenamiento presente, que además está ligada a distintos campos del conocimiento. El aprendizaje, la formación del ser humano y la transferencia del saber, son una de esas proyecciones que afectan a varias distintas disciplinas. Es posible constatar la vigencia de la reflexión acerca de las figuraciones del porvenir, forzosamente asociadas al lenguaje y a la narración, si atendemos a algunas publicaciones recientes (Kozel et al., 2019).

Pensar acerca de circunstancias eventuales que reúnan aspectos positivos o negativos, que surjan como situaciones más o menos factibles, puede ser, en el ámbito de la educación, una evidencia de las incógnitas que desfilan en las sociedades actuales y también, un dictamen acerca de esas problemáticas. El soporte de esas respuestas se instala necesariamente en experiencias presentes o pasadas, por lo que con esas reflexiones no solo contemplamos el horizonte venidero, más importante, quizás, contemplamos la firmeza del terreno que transitamos, o sus baches.

Todos los elementos que se desprenden del análisis de las condiciones futuras serán entonces instrumentos de gran atractivo para las investigaciones que se planteen interpretar la disposición social, cultural y política de nuestras sociedades, que podríamos identificar como preguntas de nuestra investigación: qué hipótesis se formulan acerca del avance tecnológico, cuál es su función dentro del debate educativo, qué papel desempeñan en la indagación de nuestra identidad, y por último, cómo se plantean los derechos y deberes de quienes serán los docentes del futuro. Estas cuestiones se integran en un marco a través del cual podamos reflexionar acerca del desarrollo de la competencia digital docente del alumnado (García-Ruiz et al., 2023; Marimon-Martí et al., 2022).

Sobre las proyecciones del futuro (Pogue, 2014; Gidley, 2017), que nos presenta la ciencia ficción y cómo se van cumpliendo encontramos un nutrido grupo de investigaciones que nos permiten fijar nuestro enfoque. Westfahl y Yuen (2014) nos

ofrecen una completa selección de ensayos sobre las predicciones del futuro. Bowler (2017) hace un recorrido por los “profetas del progreso” como Wells y Asimov. A finales del siglo pasado, Thomson (1996) ya se planteaba si Asimov era un visionario del futuro o describía la realidad. Análisis más recientes (Briggs, 2013) se centran en otras vertientes de la ciencia ficción como el “cyberpunk” del *Neuromante* de William Gibson (1984), o productos audiovisuales fundamentales, como la serie de *Star Trek* (Gene Roddenberry, 1966) que sigue mostrando distintos futuros todavía en 2021 (Pogue, 2017). Prosser (2019) se hace eco del interés de las grandes empresas u organismos nacionales de defensa por los relatos del futuro para preparar sus estrategias.

Algunos de los debates educativos actuales, por ejemplo, giran en torno a cuestiones que hasta hace algunos años se tenían por inalterables, como es la enseñanza presencial (Suárez Ramírez et al., 2016). Indudablemente la pujanza, y el imperativo hoy en día, de los entornos virtuales en la enseñanza trae aparejadas transformaciones sustanciales en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

## MÉTODO

### Participantes

A partir del corpus narrativo de 389 relatos de ciencia ficción dentro de la práctica “Educación en 2030” creados por el alumnado universitario desde 2010 se ha realizado una investigación mixta en la que se emplea el análisis cualitativo y la expresión de los resultados de forma cuantitativa mediante estadísticos descriptivos en el estudio longitudinal. Este análisis muestra el proceso mediante un diseño emergente (Flick, 2015) para señalar, en primer término, las categorías en las que se ha estructurado la información y, posteriormente, se analizan los códigos utilizados con la correspondiente delimitación y ejemplificación de las narrativas subyacentes. En este sentido, el equipo investigador ha consensuado en las diferentes lecturas del corpus narrativo dos distinciones para el análisis de las predicciones educativas efectuadas por el alumnado: *positivas* y *negativas*. Adicionalmente, en la codificación se han excluido dos relatos al no cumplir con ninguno de los parámetros establecidos en el análisis, resultando en un corpus final de 387 relatos. Para armonizar los datos, dado que el tamaño de la muestra no probabilística era diferente cada curso, se expresan mediante las frecuencias absolutas (FA) y el porcentaje de contribución en el metacódigo general (%FA).

### Instrumento

Los elementos analizados son relatos de ciencia ficción creados por alumnado en formación. Partiendo del modelo de análisis clásico de narrativas escolares de

Connelly y Clandinin (1990), se entienden estas proyecciones en el futuro como narrativas biográficas o relatos de prácticas escolares (Branda y Porta, 2019), donde se proyectan las experiencias recibidas junto con los anhelos de cómo debe ser la educación del futuro. Para ampliar esa sensación de prospectiva de relato futurista, todos son textos digitales (Londoño Monroy, 2012) y están disponibles en los citados blogs, como relatos digitales personales (Molas-Castells et al., 2022). Dichos espacios digitales pueden considerarse como escenarios colaborativos que propician la interacción comunicativa (Mesa Rave et al., 2023).

Pero la perspectiva de esta producción textual es la ciencia ficción, como ya hemos desarrollado en la introducción de este trabajo. La base de esta investigación está en los relatos producidos durante la práctica *Educación en 2030*, que ha ido evolucionando a lo largo de once cursos académicos donde el objetivo era que el alumnado creara un relato literario sobre cómo verían su docencia veinte años después. Estos relatos del alumnado muestran las posibilidades de representarnos un futuro posible; para su implementación, siguen las propuestas del taller literario que persiguen el desarrollo de la creatividad y la imaginación. Se plantea, entonces, como un instrumento didáctico que favorezca la creación de narraciones literarias, con el objetivo de que, al proyectar escenarios futuros, estemos también creando herramientas que nos permitan afrontar los desafíos educativos actuales, con especial énfasis en aquellos vinculados a la tecnología. A partir de esta investigación, también se han desarrollado distintas aproximaciones a cómo la ciencia ficción representa la lectura y la educación en el futuro (Rovira-Collado, 2020a).

El tratamiento de los datos cualitativos se ha realizado mediante [ATLAS.ti](#) (v.7). La rúbrica final contiene un total de 25 códigos que se agrupan en 6 categorías, las cuales se reparten en dos macrocategorías dependiendo de la naturaleza de las predicciones del alumnado: predicciones educativas negativas y positivas. Estas familias de redes (sus códigos y subcódigos) se asocian con los objetivos planteados en la investigación teniendo en cuenta tres niveles diferentes de concreción curricular para ofrecer una visión sistémica: desde la labor del aula, en relación con los contenidos y, en último lugar, los condicionantes socioculturales. De este modo, para el análisis de cada curso y asignatura se ha creado una Unidad Hermenéutica (UH) para cada curso que está compuesta por los relatos del alumnado. A cada una de estas se les ha aplicado la misma red de códigos elaborada mediante el proceso inductivo de codificación para sintetizar las expresiones y conceptos proyectados por el alumnado durante el periodo. Para la cuantificación de las frecuencias se ha empleado Excel para identificar e hipervincular los relatos con los códigos identificados para su posterior tratamiento estadístico.

## Procedimiento de recogida y análisis de datos

Se recogen en primer lugar relatos de la asignatura “Investigación, Innovación y uso de TIC en la enseñanza de lengua y literatura” del Máster de Formación del

Profesorado de la Universidad de Alicante, desde el curso 2009-2010, con un total de 11 cursos, y 311 relatos, con las etiquetas de *INVTIC10* a *INVTIC20*. En segundo lugar, 78 relatos del Máster de Investigación Educativa, con las asignaturas “Investigación sobre el desarrollo de la competencia lectoliteraria, literatura infantil” (4 cursos y de *INVLIJ16* a *INVLIJ19*) y “Investigación en Didáctica de la Lengua y la Literatura” de la Universidad de Alicante 1 curso, etiqueta *INVDLL19*). En la siguiente tabla ofrecemos los enlaces a los blogs del profesorado de los distintos cursos y el total de relatos.

**Tabla 1**  
*Distribución y localización de los relatos*

<b>Etiqueta</b>	<b>Blog docente</b>	<b>N</b>
INVTIC10	<a href="http://didacticalenguayliteraturaua.blogspot.com/">http://didacticalenguayliteraturaua.blogspot.com/</a>	20
INVTIC11	<a href="http://didacticalenguayliteraturaua2011.blogspot.com/">http://didacticalenguayliteraturaua2011.blogspot.com/</a>	17
INVTIC12	<a href="http://didacticalenguayliteraturaua2012.blogspot.com/">http://didacticalenguayliteraturaua2012.blogspot.com/</a>	25
INVTIC13	<a href="http://didacticalenguayliteraturaua2013.blogspot.com/">http://didacticalenguayliteraturaua2013.blogspot.com/</a>	15
INVTIC14	<a href="http://didacticalenguayliteraturaua2014.blogspot.com/">http://didacticalenguayliteraturaua2014.blogspot.com/</a>	26
INVTIC15	<a href="http://didacticalenguayliteraturaua2015.blogspot.com/">http://didacticalenguayliteraturaua2015.blogspot.com/</a>	51
INVTIC16	<a href="http://didacticalenguayliteraturaua2016.blogspot.com/">http://didacticalenguayliteraturaua2016.blogspot.com/</a>	42
INVTIC17	<a href="http://didacticalenguayliteraturaua2017.blogspot.com/">http://didacticalenguayliteraturaua2017.blogspot.com/</a>	23
INVTIC18	<a href="http://didacticalenguayliteraturaua2018.blogspot.com/">http://didacticalenguayliteraturaua2018.blogspot.com/</a>	34
INVTIC19	<a href="https://didacticalenguayliteraturaua2019.blogspot.com/">https://didacticalenguayliteraturaua2019.blogspot.com/</a>	30
INVTIC20	<a href="https://didacticalenguayliteraturaua2020.blogspot.com/">https://didacticalenguayliteraturaua2020.blogspot.com/</a>	27
INVLIJ16	<a href="http://theintertextawakens.blogspot.com/">http://theintertextawakens.blogspot.com/</a>	13
INVLIJ17	<a href="http://thelastreader2017.blogspot.com/">http://thelastreader2017.blogspot.com/</a>	14
INVLIJ18	<a href="http://lijmilenaria.blogspot.com/">http://lijmilenaria.blogspot.com/</a>	15
INVLIJ19	<a href="http://siempreseveualaprimeralectura.blogspot.com/">http://siempreseveualaprimeralectura.blogspot.com/</a>	18
INVDLL19	<a href="https://mientrasdurelaliteratura.blogspot.com/">https://mientrasdurelaliteratura.blogspot.com/</a>	18

*Fuente:* elaboración propia

El análisis de textos en la investigación cualitativa permite el reflejo del contexto sociocultural a lo largo del tiempo por parte del alumnado y un conocimiento situado de la interpretación e influencia de estos condicionantes histórico-culturales en la narrativa de sus participantes (Fernández et al., 2022) dentro de un estudio transversal. Estos relatos del alumnado muestran las posibilidades de representar un futuro posible; para su implementación, siguen las propuestas del taller literario que persiguen el desarrollo de la creatividad y la imaginación. Se plantea, entonces, como un instrumento didáctico que favorezca la creación de narraciones literarias,

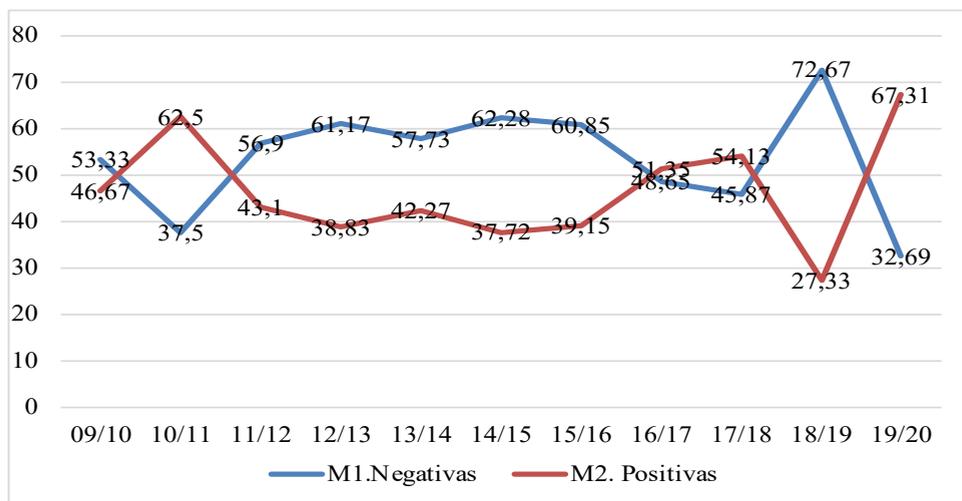
con el objetivo de que, al proyectar escenarios futuros, estemos también creando herramientas que nos permitan afrontar los desafíos educativos actuales.

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### Perspectiva general de las previsiones educativas del alumnado

En esta primera aproximación al estudio transversal de las predicciones (P) del alumnado se observa la progresión en cada curso de la contribución en los metacódigos empleados, representado las *predicciones educativas negativas* en el metacódigo 1 (M1) y las *positivas* en el segundo (M2) expresadas en porcentaje. A partir de su expresión en porcentaje, se observan las diferencias entre las distintas titulaciones, siendo mayor el porcentaje de predicciones negativas (en 6 de los 10 cursos) en el Máster Universitario de Educación Secundaria, frente a la mayor contribución de predicciones positivas en el Máster Universitario en Investigación Educativa (exceptuando el curso 19/20 con  $\%M_2=31.94\%$ ). Como se observa, esta práctica se inició en diferentes cursos y la relación del porcentaje de sus predicciones entre las dos titulaciones es inversa (exceptuando el curso 17/18) desde el curso 15/16 en el que se inició la práctica en el Máster en Investigación Educativa. Esto se puede comprobar en su evolución en las Figuras 1 y 2.

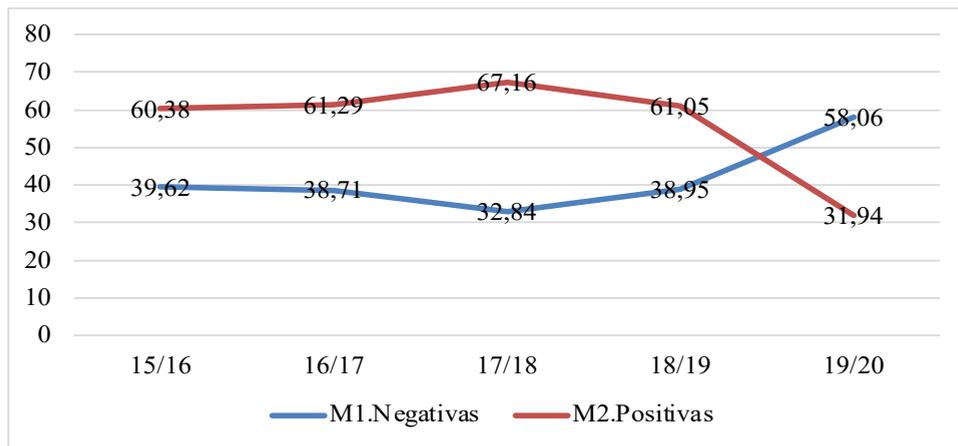
**Figura 1**  
*Evolución predicciones en Máster Secundaria*



Fuente: elaboración propia

Esta figura recoge la proyección de una práctica a lo largo de más de diez cursos académicos. Se podrían señalar datos históricos para interpretar estas tendencias, aunque destaca que el curso más pesimista fuera el 18/19, justo antes al curso del confinamiento, que recupera una tendencia positiva.

**Figura 2**  
*Evolución predicciones Máster de Investigación*



*Fuente:* elaboración propia

En la segunda figura encontramos una tendencia opuesta, aunque también podrían analizarse las diferencias entre las características del alumnado de ambas titulaciones.

## Resultados del análisis cualitativo

En este apartado se presentan diferentes resultados de carácter descriptivo que han emergido del análisis del corpus narrativo y el significado establecido en la codificación de este. Para la identificación de los fragmentos de los relatos se emplearán las etiquetas del curso correspondiente (véase Tabla 1) seguida por el número de relato en ese curso (ejemplos: “INVTICXX-RYY” o “INVLIJXX-RXX”).

### *Predicciones educativas negativas del alumnado*

Este metacódigo principal se estructura en tres códigos principales. En la Tabla 2, se desglosan los resultados obtenidos del análisis del conjunto de los relatos en ambas titulaciones y la aparición de los distintos subcódigos.

**Tabla 2**  
*Predicciones educativas negativas totales*

Código	Subcódigos	M.E.S.		M.I.E.	
		FA	FA (%)	FA	FA (%)
1.1. Función docente	1.1.1. Sustitución	61	7.39	11	6.67
	1.1.2. Testimonial	45	5.45	2	1.21
	1.1.3. Tradicional	36	4.36	7	4.24
	1.1.4. Clandestino	64	7.75	18	10.91
1.2. Aprendizaje	1.2.1. Virtualidad	75	9.08	15	9.09
	1.2.2. Tecnología	99	11.99	19	11.52
	1.2.3. Digitalización	78	9.44	20	12.12
	1.2.4. Utilitarismo	67	8.11	12	7.27
1.3. Sistema	1.3.1. No inclusiva	62	7.50	7	4.24
	1.3.2. Deshumanizada	138	16.71	32	19.40
	1.3.3. Catastrofismo	41	4.96	15	9.09
	1.3.4. Inestabilidad legislativa	60	7.26	7	4.24

*Nota. N1(MES): Total 826; N2(MIE.): Total 165; FA: Frecuencia absoluta.*

*Fuente: elaboración propia.*

Comprobamos que las predicciones negativas son las que mayor incidencia representan en el conjunto de ambas titulaciones (991, representando el 52,74 %), siendo mayor el porcentaje en el MES (55,18 %) frente a la menor incidencia de estas predicciones negativas en los relatos del MIE (165, representando un 43,20 %). En primer lugar, el código *1.1. Función docente* se centra en la relación docente-discente y el papel que se le otorga en estos relatos. En esta diferenciación, se distinguen cuatro tipos de funciones docentes reflejadas en los subcódigos. Los que han mostrado mayor contribución en ambas titulaciones son *1.1.4. Clandestino* y *1.1.1. Sustitución*, ya que reflejan diferentes problemáticas señaladas por el alumnado. En *1.1.4. Clandestino*, se muestra una figura docente contraria a las situaciones que rodean a la educación para revertirlas mediante su acción individual o como parte de un colectivo que muestra un pensamiento divergente:

“Ante esta situación, algunos nos reagrupamos bajo el nombre de “Alejandrinos”, en honor a la mítica Biblioteca de Alejandría y fuimos por todo el mundo rescatando a los nuestros y dispuestos a preparar nuestra venganza” (INVTIC16-R36).

El segundo 1.1.1. *Sustitución* muestra las narrativas que recogen la desaparición de la figura docente en el aula por motivos, esencialmente, tecnológicos como pueden ser robots, dispositivos mentales o inteligencia artificial. Como ejemplos de esta situación:

“Los profesores, además de tener que competir con todo lo que les viene encima, tendrán unos enemigos bastante fuertes, son los robots que el ministerio de educación decidirá implantar en los centros educativos” (INVTIC10-R19).

“Habrá una vez, en un futuro no muy lejano, un niño llamado Ciberaprendiz que no irá a la escuela. En su lugar, usará lentillas que estarán conectadas todo el día sin necesidad de profesor” (INVTIC14-R13).

Los subcódigos con menor representación son modelos en los que se produce intervención docente, pero es señalada como inefectiva. En el caso de 1.1.2. *Testimonial* (con una contribución menor en el Máster en Investigación Educativa con un 1,27% del total y un 5,26% del código) se alude a una presencia en el aula que suele ser como un elemento sin incidencia y su labor es meramente figurar como persona adulta en el espacio del aula. Finalmente, 1.1.3. *Tradicional* refleja como negativa la práctica docente que es incapaz de progresar, motivar e innovar en su metodología de enseñanza.

En segundo lugar, el código 1.2. *Aprendizaje* precisa un conjunto de elementos que interfieren en la enseñanza de manera negativa para el alumnado de las dos titulaciones. En ambas han obtenido una representatividad similar estos inconvenientes referidos a elementos impersonales como la manera de impartir los contenidos, materiales y elementos tecnológicos implicados en el aprendizaje. El código con una mayor incidencia es el 1.2.2. *Tecnología* que se relaciona con situaciones de aula en las que el uso tecnológico es ineficiente, bien por obsolescencia, fallo del sistema o excesiva dependencia en el uso de los dispositivos y/o aplicaciones. Como ejemplo de esta idea:

“Todos los alumnos miraban a unas pantallas que llevaban en las manos y ni siquiera hablaban los unos con los otros. Aún no logro entender la agilidad que tenían para esquivarse” (INVTICUA14-R11).

El siguiente código que recoge una mayor incidencia es 1.2.3. *Digitalización* y comprende a las narrativas que muestran disconformidad y nostalgia por la materialidad del libro o la desaparición de las prácticas relativas a la lectoescritura. Como ejemplo:

“El niño sacude los hombros, imposable. Montañas de libros entre los escombros. Un verdadero tesoro. Calefacción para unos cuantos días” (INVTIC13-R09).

“Ahora ya todo es digital, los niños y niñas tienen en clase mesas interactivas donde aparecen reflejadas las actividades, los vídeos... ¡qué pena!, me acuerdo tanto de ese olor a libro recién abierto” (INVDLL19-R07).

Con una incidencia menor, pero igualmente representativa en el código, el subcódigo *1.2.1. Virtualidad* está referido a las dificultades en el uso de plataformas de docencia online, uso intensivo de herramientas o aplicaciones para concentrar la práctica docente en espacios que se señalan como impersonales. Como ejemplo:

“En el 2030 ya todo informatizado, donde la asistencia a clase de los alumnos se convertirá en poco relevante porque para eso ya están las TIC, con las clases por videoconferencia” (INVTICUA10-R19).

Así, el código *1.2.4. Utilitarismo* representa narrativas que implican una desaparición y menosprecio de las asignaturas relacionadas con las humanidades y las ciencias sociales por contenidos centrados en el desarrollo exclusivamente profesional y una merma de la creatividad o capacidad de elección formativa personal. El último código *1.3. Sistema* toma una perspectiva más amplia en la concreción curricular y refleja la intromisión de aspectos socioculturales en la educación. En mayor medida el gran riesgo recogido se concentra en el subcódigo *1.3.2. Deshumanizada* siendo uno de los más presentes. Estas narrativas reflejan la preocupación por el auge de posiciones extremistas que afecten a la educación instalando una posición opresiva (ya sea política o por el dominio de las tecnologías) propias de los relatos distópicos. Como ejemplo:

“Seis años atrás los “noopinione”, grupo mundial en contra del ciudadano con capacidad crítica, destruyeron las escuelas, los ordenadores, los libros, la comunicación, la vida” (INVTIC13-R12).

*1.3.1. No inclusiva* se asigna a las narrativas que reflejan una sociedad que incumple con los valores de la educación pública y de calidad accesible a todas las personas y, *1.3.4. Inestabilidad legislativa* describe la problemática del cambio en la legislación educativa y las situaciones que empeoran la educación mediante el uso de la ley.

“Claro que no os quiero asustar, esto es lo que ocurre en la educación pública. En la privada trabajan en consonancia con las empresas más

importantes del país a nivel internacional, que les sufragan económicamente proyectos, estudios e intercambios” (INVTIC18-R03).

En el segundo, se describe la problemática del cambio en la legislación educativa y las situaciones que empeoran la educación mediante el uso de la ley. Como ejemplo de este último:

“Seguramente habrá cosas que no cambien o sí, como las leyes. Si en los últimos 20 años hemos pasado por unas cuantas leyes; LOE, LOCE, LODE, etc., no me extraña que vuelva a ocurrir lo mismo” (INVTIC10-R20).

Con menor incidencia se reserva el subcódigo 1.3.3. *Catastrofismo* para las narrativas que implican situaciones límites y que se reflejan en los relatos con una incidencia directa en la educación, como en este caso condicionantes climáticos y situaciones que hacen insostenible la convivencia en la sociedad futurista que describen. Estas ideas se pueden relacionar con la sostenibilidad y la emergencia climática, temas de actualidad que también se ven proyectados en estos relatos. Solamente aparece mención al Covid-19 en el último curso, pero se proyectan otras catástrofes en relatos anteriores.

### *Predicciones educativas positivas del alumnado*

La segunda categoría empleada para delimitar las narrativas del alumnado se centra en las predicciones educativas en positivo en el futuro planteado en sus relatos. De nuevo, como se aprecia en la Tabla 3, se estructuran en tres niveles de concreción: relación educativa entre docente y discente, los elementos referidos al aprendizaje de los contenidos y, finalmente, los condicionantes socioculturales que influyen favorablemente en la educación.

**Tabla 3**  
*Predicciones educativas positivas totales*

Código	Subcódigos	M.E.S.		M.I.E.	
		FA	FA (%)	FA	FA (%)
2.1. Docencia	2.1.1. Docencia virtual	23	3.43	3	1.38
	2.1.2. Semipresencial	23	3.43	3	1.38
	2.1.3. Mediador	106	15.79	34	15.67
	2.1.4. Autodidactas	5	.75	1	.46

Código	Subcódigos	M.E.S.		M.I.E.	
		FA	FA (%)	FA	FA (%)
2.2. Contenidos	2.2.1. Ayuda TIC	129	19.22	46	21.20
	2.2.2. Aulas tecnológicas	102	15.20	19	8.76
	2.2.3. Multiculturalidad	24	3.58	11	5.07
	2.2.4. Interdisciplinar	24	3.58	8	3.69
	2.2.5. Preservación	62	9.24	22	10.14
2.3. Modelo	2.3.1. Inclusiva	69	10.28	25	11.52
	2.3.2. Estabilidad legislativa	23	3.43	5	2.30
	2.3.3. Ecologismo	11	1.64	14	6.45
	2.3.4. Mejoras laborales	70	10.43	26	11.98

Nota. N1(MES): Total 671; N2(MIE): Total 217; FA: Frecuencia absoluta.  
Fuente: elaboración propia.

De manera contraria al apartado anterior, las predicciones educativas positivas codificadas representan un porcentaje menor en el corpus narrativo conjunto (representado este metacódigo el 47,26 %), siendo en el Máster en Investigación Educativa el tipo de predicciones que han tenido una mayor incidencia (56,80 % del total de las frecuencias absolutas). En 2.1. *Docencia*, el subcódigo con mayor presencia es el 2.1.3. *Mediador* y señala la relación entre docente y alumnado como una figura motivadora y que emplea metodologías centradas en el aprendizaje significativo, favoreciendo el desarrollo personal como guía. Como ejemplo:

“Se trabaja muchísimo en grupo y el profesor intenta ser una guía para que el aprendizaje sea por descubrimiento, con el fin de estimular el interés, la curiosidad y la creatividad de los alumnos” (INVTIC17-R16).

Tienen menor presencia dos subcódigos relacionados con el modo en el que discurre la enseñanza. 2.1.1. *Docencia virtual*, referido a las narrativas que señalan que el proceso educativo se traslada a entornos virtuales de aprendizaje y, esta opción, es valorada como un progreso respecto a la docencia en el aula. Como ejemplo, dos testimonios para apreciar el reflejo de la pandemia en sus predicciones, uno de 2013 y otro de 2020:

“Que a ella le gustara más lucirse ante los alumnos o lo que fuera, carecía de importancia. Ella estaba muy contenta desde que no tenía que enfrentarse físicamente a los alumnos” (INVTIC13-RO1).

“Nunca me habría imaginado que estaría dando clase de esta forma, virtualmente. Pero después de lo vivido con el Covid-19, era de esperar que el mundo cambiase, y la educación no iba a ser menos” (INVTIC20-RO6).

Con presencia similar encontramos las narrativas asociadas al código 2.1.2. *Semipresencial* en una relación híbrida en la que se combina la docencia en el aula con la enseñanza online (cuando se asocian metodologías de *flipped classroom* o *blended learning*). El subcódigo 2.1.4. *Autodidactas* ha tenido una incidencia muy baja, pero se ha incluido para reflejar que las predicciones positivas siempre están referidas al mantenimiento de la figura docente como pieza esencial en el proceso educativo.

El segundo código, 2.2. *Contenidos* es el que contribuye con un mayor número de aspectos relacionados con los elementos que inciden en la relación educativa. El más destacado es el subcódigo 2.2.1. *Ayudas TIC* y se emplea para categorizar las narrativas en las que se señalan las ventajas del uso de aplicaciones y recursos tecnológicos que facilitan la docencia. Como ejemplo:

“Ahora, los adolescentes no aprenden por medio de libros, sino a través de gafas de realidad virtual. Ya no existen las clases convencionales. Los profesores nos ponemos las gafas y guiamos a los alumnos” (INVTICUA18-R30).

El segundo elemento que más contribuye está referido al subcódigo 2.2.2. *Aulas tecnológicas* que representa a las narrativas relacionadas con una mejora en el aula con la incorporación de recursos materiales y tecnológicos, así como el uso de dispositivos móviles para facilitar el aprendizaje y la motivación del alumnado. Como ejemplo:

“La clase era grande y muy luminosa. Otra cosa que me llamó la atención fue que las mesas salían del suelo y se organizaban solas dependiendo del número de alumnos que hubiera en clase” (INVTICUA12-R10).

Como contrapartida al subcódigo 1.2.3. que reflejaba la añoranza del papel y las prácticas escritas, el subcódigo 2.2.5. *Preservación* señala los relatos que destacan la recuperación de estas prácticas o la complementariedad con los recursos digitales. Con representación menor, 2.2.3. *Multiculturalidad* aparece cuando se señalan los beneficios de un aprendizaje plurilingüe, el contacto con otras culturas o la internacionalización del aprendizaje mediante la ayuda de las herramientas tecnológicas. Además, 2.2.4. *Interdisciplinar* recoge las propuestas del alumnado por los beneficios de emplear proyectos interdisciplinarios entre las diferentes materias y la coordinación docente o la supresión de la división del currículo en asignaturas.

A continuación, el código 2.3. *Modelo* delimita a las narrativas que se centran en las mejoras socioculturales que beneficiarían al sistema educativo. Con un porcentaje de contribución similar, los subcódigos 2.3.4. *Mejoras laborales* y 2.3.1. *Inclusiva* (juntos representan el 78,49 % del código) son los más destacados. El primero, recoge las predicciones que suponen una mejora en el ámbito educativo a nivel laboral y en

cuanto a las condiciones en las que esta se desarrolla como pueden ser en el horario, la ratio del alumnado o la oferta de cursos formativos.

“Las clases son menos numerosas para poder atender a todos. Y tenemos una hora lectiva menos para poder formarnos” (INVTIC17-R05).

El segundo muestra las predicciones del alumnado en las que apuestan por la verdadera inclusión educativa como una educación pública, con una función compensadora de las desigualdades, de calidad y que respete a la diversidad del alumnado. En definitiva, que se vele por la justicia social.

“La educación ha avanzado mucho y ha conseguido en estos últimos años que los alumnos sean los protagonistas del aula y que el currículum se adapte a sus necesidades educativas y personales” (INVTIC15-R48).

Con menor representatividad, *2.3.2. Estabilidad legislativa* (10.97 % del código) refleja en sus narrativas futuros en los que se crea un pacto legislativo que cuenta con el profesorado para su legislación y el compromiso político para no cambiar constantemente las leyes educativas:

“Gracias a esta reforma, las madres y los padres del alumnado, los docentes e, incluso, los propios estudiantes han logrado tener voz y voto en las decisiones del centro al que pertenecen” (INVTIC20-R19).

Con una menor incidencia *2.3.3. Ecologismo* representa a las predicciones en las que se produce una mejora climática, la incorporación de espacios verdes o la reducción del consumo de papel para detener el cambio climático. Resumiendo, el total de códigos, tenemos 991 predicciones negativas (FA% 55.18) frente a 888 positivas (44.82 %) en 311 relatos de 11 cursos distintos del Máster de Secundaria y 165 negativas (43.19 %) y 217 positivas (56.81) en 78 relatos de 5 asignaturas de Investigación Educativa.

## CONCLUSIONES

En 2007, Nurmilaakso (2009) realizó una investigación con alumnado universitario sobre la educación en 2030, donde planteaba tres preguntas sobre cómo verían su profesión en el futuro. Aunque el análisis y resultados son excelentes, en ese momento, cercano al inicio de esta investigación, llega a la conclusión que su alumnado es muy tradicional. Desde nuestra perspectiva, partir de la ciencia ficción para generar relatos de la educación del futuro nos ofrece una visión mucho más rica de cómo será realmente esta. Una de las observaciones que, atendiendo a los resultados

obtenidos en la investigación, deben destacarse, es la necesidad de no entender las representaciones de ese futuro imaginado únicamente como una superación o extensión de un período actual. La dicotomía continuidad/discontinuidad impide detenerse en los fragmentos que definen nuestro contexto posmoderno (Ingerflom, 2019), atendiendo exclusivamente a un avance continuo y uniforme.

Así, la presencia destacada de la figura docente en los subcódigos clandestino, sustitución o mediador apunta a un nuevo contexto que no está delimitado solo por la idea de progreso, o de retroceso, sino que establecen un nuevo significado de la praxis docente atendiendo al resto de elementos que constituyen el proceso de enseñanza-aprendizaje. La formación disruptiva del docente (Marcelo y Vaillant, 2018), pese a su aparente discontinuidad, no concluye en la dicotomía antes señalada, sino que explora en la praxis docente aquellos componentes de la experiencia que habiliten a construir el nexo entre el futuro y el saber de las humanidades. Ese nexo aparece en buena medida delimitado por las formas de comunicación que de un modo más o menos forzoso, se presentan a disposición de los participantes del proceso.

Virtualidad y semipresencialidad asoman como vías cada vez más predominantes, que presagian aspectos tanto positivos como negativos para la enseñanza online (Area-Moreira, 2020), como también queda plasmado en el corpus de relatos estudiado. A lo largo de los años, las transformaciones digitales han supuesto una amplia transformación semántica de la docencia, de todos los nuevos términos, preferimos usar el término *Educación a Distancia* (García Aretio, 2020). Sin embargo, muchas de las transformaciones reflejadas en el corpus, aun consintiendo una reflexión sobre el presente, aparecen como itinerarios posibles, o deseados. Los subcódigos mejoras laborales, educación inclusiva y ecologismo son muestra de ello. Son aspectos abordados de forma constante en investigaciones, como en el caso de la educación inclusiva (Ortiz Jiménez y Carrión Martínez, 2020) o el ecologismo, atendiendo a su relación con la educación literaria (García-Única, 2017). Ese carácter de idealidad que muchas veces los acompaña, evidencia quizás la distancia que nos separa de una situación satisfactoria respecto a estos conceptos.

Otro de los elementos negativos destacados, y tal vez el que brinde una visión más global, hace referencia a la organización de un sistema deshumanizado. Precisamente, uno de los atributos que se emplean para caracterizar la distopía se encuentra en la instauración de un sistema educacional que conserve el orden imperante (Mahida, 2011). La presencia de ese fantasma opresor en los relatos nos interpela como sociedad, y demanda una actuación para orientar nuestro itinerario. Entendemos esta investigación como una aproximación a un corpus textual considerable, que sigue creciendo cada curso. Este análisis nos permitirá diseñar posteriores estudios más exhaustivos sobre elementos concretos de la práctica. La internacionalización de la educación (Wit y Altbach, 2021), la integración de la tecnología en una educación sostenible (Burbules et al., 2020) e incorporando asimismo una perspectiva ética (Flores-Vivar y García-Peñalvo, 2022), o los desafíos que surgen a raíz de la presencia cada vez mayor de la inteligencia artificial (Parreira

et al., 2021) nos presentan nuevos conceptos como la educación 4.0 (Aziz, 2018; Keser y Semerci, 2019) que deben integrarse en la formación docente (Rovira-Collado, 2020b). Al analizar los relatos no se ha tenido en cuenta, todavía, la realidad de cada año, que influye seguramente en su escritura. Una novedad tecnológica, una reivindicación educativa o una pandemia mundial pueden transformar el sentido de los relatos de un curso a otro. La incorporación de la tecnología educativa debe hacerse desde una perspectiva crítica, para hacer cosas que no se pueden hacer sin ellas (UNESCO, 2023) y consideramos que esta práctica es un ejemplo de ese uso. Con la transformación digital de la educación producida por la Covid19 (Area-Moreira et al., 2020, Mesa Rave et al., 2023), podemos revisar algunos relatos para ver si algunas de las previsiones se han confirmado. Otras, quedarán simplemente como relatos de ciencia ficción. En 2023 la tecnología emergente ha sido la Inteligencia Artificial (García Peñalvo et al., 2024). Esta también ha sido vaticinada por la ciencia ficción desde perspectivas optimistas o pesimistas. También los retos medioambientales y el desarrollo sostenible son elementos que podemos analizar en estos y otros relatos del futuro.

## REFERENCIAS

- Area-Moreira, M. (2020). La enseñanza semipresencial: mezclando lo presencial y lo virtual. En M. Turull (Ed.), *Manual de docencia universitaria* (pp. 259-269). Octaedro.
- Area-Moreira, M., Bethencourt-Aguilar, A. y Martín-Gómez, S. (2020). De la enseñanza semipresencial a la enseñanza online en tiempos de Covid19. Visiones del alumnado. *Campus Virtuales*, 9(2), 35-50. <https://bit.ly/3JV24Uc>
- Aziz, A. (2018). Education 4.0 made simple: ideas for teaching. *International Journal of Education and Literacy Studies*, 6(3), 92-98. <https://doi.org/10.7575/aiac.ijels.v.6n.3p.92>
- Barnes, A. (2008). Future-wishing, magical fantasies, yet being “real”: Snapshots of student teachers perceptions during their initial training. *Teacher Development: An International Journal of Teachers Professional Development*, 12(1), 3-13. <https://doi.org/10.1080/136645307018227715>
- Bowler, P. J. (2017). *A history of the future: Prophets of progress from H. G. Wells to Isaac Asimov*. Cambridge University Press. <https://doi.org/10.1017/9781316563045>
- Branda, S. A. y Porta, L. G. (2019). Historias escolares y relatos de estudiantes del Profesorado de Inglés: Amor por la docencia. *Rev. Actual. Investigación Educativa*, 19(3). <https://doi.org/10.15517/aie.v19i3.38622>
- Briggs, R. (2013). The future of prediction: speculating on William Gibson’s meta-science-fiction. *Textual Practice*, 27(4), 671-693. <https://doi.org/10.1080/0950236X.2012.738702>
- Burbules, N. C., Fan, G. y Repp, P. (2020). Five trends of education and technology in a sustainable future. *Geography and sustainability*, 1(2), 93-97. <https://doi.org/10.1016/j.geosus.2020.05.001>
- Connelly, M. y Clandinin, J. (1990). Stories of experience and narrative inquiry. *Educational Researcher*, 19(5), 2-14. <https://doi.org/10.3102/0013189X019005002>
- Fernández, M., Postigo, A., 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/rriite.547251>
- Flick, U. (2015). *El diseño de investigación cualitativa*. Morata.
- Flores-Vivar, J. y García-Peñalvo, F. J. (2023). Reflexiones sobre la ética, potencialidades y retos de la Inteligencia Artificial en el marco de la Educación de Calidad (ODS4). *Comunicar*, 74, 37-47. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-03>
- García Aretio, L. (2020). Bosque semántico: ¿educación/enseñanza/aprendizaje a distancia, virtual, en línea, digital, eLearning...? *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 23(1), 9-28. <https://doi.org/10.5944/ried.23.1.25495>
- García Peñalvo, F. J., Llorens-Largo, F. y Vidal, J. (2024). La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 27(1). <https://doi.org/10.5944/ried.27.1.37716>
- García-Ruiz, R., Buenestado-Fernández, M. y Ramírez-Montoya, M. S. (2023). Evaluación de la Competencia Digital Docente: instrumentos, resultados y propuestas. Revisión sistemática de literatura. *Educación XXI*, 26(1), 273-301. <https://doi.org/10.5944/educxx1.33520>
- García-Única, J. (2017). Ecocrítica, ecologismo y educación literaria: una relación problemática. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, 31(3), 79-90.
- Gidley, J. M. (2017). *The future: A very short introduction*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/actrade/9780198735281.001.0001>
- Ingerflom, C. S. (2019). Entre el mañana y el ayer ¿Cómo pensar y enseñar los cambios? En A. Kozel, M. Bergel y V. Llobet (Eds.), *El futuro: miradas desde las Humanidades* (pp. 40-51). Unsam Edita.
- Keser, H. y Semerci, A. (2019). Technology trends, Education 4.0 and beyond. *Contemporary Educational Researches Journal*, 9(3), 39-49. <https://doi.org/10.18844/cej.9i3.4269>
- Kozel, A., Bergel M. y Llobet, V. (Eds.) (2019). *El futuro: miradas desde las Humanidades*. Unsam Edita.
- Kurzweil, R. (2015). *La singularidad está cerca: Cuando los humanos trascendamos la biología*. Lola Books.
- Londoño Monroy, G. (2012). Aprendiendo en el aula. Contando y haciendo relatos digitales personales. *Digital Education Review*, 22, 19-36.
- Mahida, C. A. (2011). Dystopian future in contemporary science fiction. *Golden Research Thought*, 1(1).
- Marcelo, C. y Vaillant, D. (2018). *Hacia una formación disruptiva de docentes: 10 claves para el cambio*. Narcea.
- Marimon-Martí, M., Romeu-Fontanillas, T., Ojando-Pons, E. S. y 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>
- Martínez Mesa, F. (2016). Utopía y distopía: apuntes sobre una misma realidad. En E. Encabo Fernández, M. Urraco Solanilla y A. Martos García (Eds.), *Sagas, distopías y transmedia. Ensayos sobre ficción fantástica* (pp. 197-214). Marcial Pons.
- Mesa Rave, N., Gómez Marín, A. y Arango Vásquez, S. I. (2023). Escenarios colaborativos de enseñanza-aprendizaje mediados por tecnología para propiciar interacciones comunicativas en la educación superior. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(2), 259-282. <https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36241>
- Molas-Castells, N., Fuertes-Alpiste, M., Quintana Albalat, J. y Herreros Navarro,

- M. (2022). Publicaciones en medios sociales de adolescentes y jóvenes: implicaciones para las actividades de creación de Relatos Digitales Personales. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 22(70). <https://doi.org/10.6018/red.524161>
- Nurmilaakso, M. (2009). Preschool and Primary school children as learners in 2030: Views of Finnish student teachers. *Journal of Teacher Education for Sustainability*, 11(1), 75-85. <https://doi.org/10.2478/v10099-009-0034-1>
- Ortiz Jiménez. L. y Carrión Martínez, J. J. (Coords.). (2020). *Educación inclusiva: Abriendo puertas al futuro*. Dykinson. <https://doi.org/10.2307/j.ctv153k3m3>
- Parreira, A., Lehmann, L. y Oliveira, M. (2021). O desafio das tecnologias de inteligência artificial na Educação: percepção e avaliação dos professores. *Ensaio: Avaliação e Políticas Públicas em Educação*, 29(113), 975-999. <https://doi.org/10.1590/s0104-40362020002803115>
- Pogue, D. (2014). Future imperfect. *Scientific American*, 310(3). <https://doi.org/10.1038/scientificamerican0314-36>
- Pogue D. (2017). How good is Star Trek's record at predicting the future of tech? *Scientific American*. <https://bit.ly/3BUXQcy>
- Prosser, M. (2019). Why companies and armies are hiring science fiction writers. *Singularity Hub*. <https://bit.ly/3Qz6XsX>
- Rovira-Collado, J. (2020a). ¿Sueñan los lectores con naves voladoras? Lectura y Educación del futuro. En M. P. Martínez, F. Mateu y M. Herrero-Herrero (Eds.), *Space fiction. Visiones de lo cósmico en la ciencia ficción* (pp. 201-210). Cinestesia.
- Rovira-Collado, J. (2020b). Hacia una didáctica de la lengua y la literatura 4.0. En R. Roig-Vila y J. M. Antolí-Martínez (Eds.), *Claves y retos en torno a nuevos contextos educativos* (pp. 207-232). Palas Atenea.
- Rovira-Collado, J., Martínez-Carratalá, F. A., Miras, S. y Ribes-Lafoz, M. (2022). Teaching Stories from the future: Technology for the Language and Literature Classroom. En S. Mangual Andrés y M. Urrea Solano (Eds.), *Education and the Collective Construction of Knowledge* (pp. 173-187). Peter Lang.
- Stableford, B. M. (2006). *Science fact and science fiction: An encyclopedia*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203943588>
- Suárez Ramírez, S., Fernández Guerrero, M., Suárez Ramírez, M. y Suárez Muñoz, Á. (2016). Distopía y educación: hacia una docencia sin profesor o el peligro de la virtualidad y la pérdida de referentes socioculturales o el menoscabo de valores. En E. Encabo Fernández, M. Urraco Solanilla y A. Martos García (Eds.), *Sagas, distopías y transmedia. Ensayos sobre ficción fantástica* (pp. 369-376). Marcial Pons.
- Thomson, A. J. (1996). Asimov's psychohistory: Vision of the future or present reality? *AI Applications*, 10(3), 1-8.
- UNESCO. (2023). *Global Education Monitoring Report 2023: Technology in education – A tool on whose terms?* Ref. 10.54676/UZQV8501. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000385723>
- Westfahl, G. y Yuen, W. K. (Eds.). (2014). *Science fiction and the prediction of the future: Essays on foresight and fallacy* (Vol. 27). McFarland.
- Wit, H. D. y Altbach, P. G. (2021). Internationalization in higher education: global trends and recommendations for its future. *Policy Reviews in Higher Education*, 5(1), 28-46. <https://doi.org/10.1080/23322969.2020.1820898>

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 17 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 30 de agosto de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 11 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024

# Escape Rooms virtuales: una herramienta de gamificación para potenciar la motivación en la educación a distancia

## Virtual Escape Rooms: a gamification tool to enhance motivation in distance education



- ✉ Juana María Padilla Piernas, *Universidad Católica de Murcia, UCAM (España)*
- ✉ María Concepción Parra Meroño, *Universidad Católica de Murcia, UCAM (España)*
- ✉ María del Pilar Flores Asenjo, *Universidad Católica de Murcia, UCAM (España)*

### RESUMEN

Este estudio aborda el desafío de la desmotivación del alumnado en la educación superior a distancia, y cómo afecta la asimilación de contenidos. Además, propone una solución innovadora a través del modelo de Atención, Interés, Deseo y Acción (AIDA) y la creación de una *Escape Room* Virtual. Se diseñó una *Escape Room* Virtual centrada en los contenidos de la asignatura Comercio Internacional. El modelo AIDA fue implementado con el fin de captar la atención de los estudiantes, despertar su interés a través de retos, mantener su deseo de aprender y promover la acción en la solución de las preguntas necesarias para pasar al siguiente nivel y obtener la recompensa. Para medir cómo los encuestados percibían esta herramienta se lanzó una encuesta autogestionada insertada al final de la *Escape Room*, tanto a alumnos de la UCAM como a un grupo externo de diversas nacionalidades a través de redes sociales. Los resultados muestran un incremento significativo en el compromiso y la motivación de los estudiantes, lo que se traduce en una mejor asimilación de los contenidos. La *Escape Room* Virtual resultó ser una herramienta eficaz para incrementar la interacción de los estudiantes con los materiales de estudio. Los hallazgos sugieren que la aplicación del modelo AIDA en la educación a distancia puede ofrecer un enfoque revolucionario para la enseñanza en la educación superior. La *Escape Room* Virtual, como medio para implementar este modelo, demuestra su potencial en la lucha contra la desmotivación del alumnado y la mejora en la asimilación de contenidos.

**Palabras clave:** modelo AIDA; gamificación; motivación; enseñanza online; enseñanza a distancia; educación superior.

### ABSTRACT

This study addresses the challenge of student demotivation in distance higher education and how it affects content assimilation. Moreover, it proposes an innovative solution through the application of the Attention, Interest, Desire, and Action (AIDA) model and the design and creation of a Virtual Escape Room, which focuses on the content of the International Trade subject. The AIDA model was implemented to capture students' attention, arouse their interest through challenges, maintain their desire to learn, and promote action in solving the necessary questions to advance to the next level and obtain a reward. To measure how respondents perceived this tool, a self-managed survey was launched at the end of the Escape Room, both to UCAM students and an external group of various nationalities via social media. The results show a significant increase in the commitment and motivation of the students, which translates into better content assimilation. The Virtual Escape Room proved to be an effective tool to increase students' interaction with study materials. The findings suggest that the application of the AIDA model in distance education can offer a revolutionary approach to teaching in higher education. The Virtual Escape Room, as a means to implement this model, demonstrates its potential in combating student demotivation and improving content assimilation.

**Keywords:** AIDA model; gamification; motivation; online learning; distance education; higher education.

## INTRODUCCIÓN

En la era digital actual, la educación a distancia se ha convertido en un componente esencial del panorama educativo global (Pesántez et al., 2021). La creciente accesibilidad a Internet y las tecnologías digitales ha facilitado la expansión de la educación más allá de las aulas físicas, permitiendo a los estudiantes aprender a su propio ritmo y en su propio espacio. Sin embargo, a pesar de sus ventajas, la educación a distancia también plantea desafíos únicos, especialmente en términos de compromiso y motivación del estudiante (Trinidad, 2020). En este contexto, los métodos de enseñanza innovadores que pueden mejorar la experiencia de aprendizaje a distancia son de gran interés para los educadores y los investigadores.

Una de estas innovaciones es la gamificación, que implica la aplicación de elementos de juego en contextos no lúdicos para aumentar la motivación y el compromiso (Arufe-Giraldez et al., 2022). En el ámbito de la educación, la gamificación puede adoptar muchas formas, desde sistemas de puntos y tablas de clasificación hasta juegos completos integrados en el currículo. Las *Escape Rooms* virtuales son un ejemplo de este último (Vergne et al., 2020). Estos juegos, que requieren que los jugadores resuelvan una serie de pruebas para “escapar” de un entorno virtual, pueden proporcionar una experiencia de aprendizaje activa y centrada en el estudiante que es muy diferente de las formas tradicionales de enseñanza (Streiner et al., 2019).

A pesar del creciente interés en las *Escape Rooms* virtuales y la gamificación en la educación, todavía hay mucho que no sabemos sobre cómo estas estrategias pueden ser utilizadas de manera efectiva en la educación a distancia (Ouariachi y Wim, 2020). ¿Cómo perciben los estudiantes las *Escape Rooms* virtuales en un entorno de aprendizaje a distancia? ¿Cómo afecta la participación en una *Escape Room* virtual a la motivación y el compromiso de los estudiantes? ¿Cómo pueden los educadores diseñar e implementar *Escape Rooms* virtuales de manera efectiva en sus cursos de educación a distancia? Estas son algunas de las preguntas que este estudio pretende responder.

El objetivo de este estudio es examinar la percepción de los estudiantes sobre la gamificación en la educación a distancia a través del uso de *Escape Rooms* virtuales. Específicamente, utilizaremos el modelo AIDA de ventas, que se refiere a la Atención, Interés, Deseo y Acción de los consumidores, como marco para analizar las respuestas de los estudiantes a la *Escape Room* virtual. A través de este estudio, esperamos proporcionar una mayor comprensión de cómo las *Escape Rooms* virtuales pueden ser utilizadas para mejorar la experiencia de aprendizaje a distancia.

El resto de este artículo está organizado de la siguiente manera: La siguiente sección proporciona una revisión de la literatura sobre la educación a distancia, la gamificación y las *Escape Rooms* virtuales. A continuación, se describe la metodología del estudio, incluyendo la selección de la muestra, el diseño de la *Escape Room* virtual y el instrumento de recogida de datos. Los resultados del estudio se presentan

y discuten en las siguientes secciones. Finalmente, se concluye con un resumen de los hallazgos principales y las implicaciones para la práctica y la investigación futura.

## REVISIÓN DE LA LITERATURA

### Investigaciones sobre la educación a distancia y gamificación

La educación a distancia ha sido objeto de numerosas investigaciones en las últimas décadas, especialmente con el auge de las tecnologías digitales que han facilitado su implementación y expansión. Los estudios han demostrado que la educación a distancia puede ofrecer una serie de beneficios, como la flexibilidad en términos de tiempo y lugar, la capacidad de aprender a un ritmo personalizado y la oportunidad de acceder a recursos y experiencias de aprendizaje que pueden no estar disponibles en un entorno de aula tradicional (Castro y Tumibay, 2021). Sin embargo, también se ha identificado una serie de desafíos, como la falta de interacción cara a cara, la sensación de aislamiento y la necesidad de autodisciplina y habilidades de gestión del tiempo (Lee et al., 2022).

En este contexto, la gamificación ha surgido como una estrategia potencial para mejorar la experiencia de aprendizaje a distancia. La gamificación educativa se refiere a la aplicación de elementos de juego en contextos no lúdicos con el objetivo de aumentar la motivación y el compromiso del alumno (Castillo-Mora et al., 2022). En la educación, la gamificación puede adoptar diversas formas, desde sistemas de puntos y tablas de clasificación hasta juegos completos integrados en el currículo. La investigación ha demostrado que la gamificación puede tener efectos positivos en la motivación de los estudiantes, el compromiso con el aprendizaje y el rendimiento académico (Manzano-León, Camacho-Lazarraga et al., 2021). Diversos autores han demostrado que la metodología de gamificación tiene beneficios como el desarrollo del pensamiento crítico, la creatividad, las habilidades sociales y la mejora de la capacidad de resolución de problemas, entre otros, pero para que realmente sea efectiva, se debe planificar y desarrollar de forma adecuada (Pacheco, 2019; Martina y Göksen, 2022).

### Investigaciones sobre las Escape Rooms en la educación

En el contexto de la educación universitaria a distancia, los docentes se enfrentan al desafío de adaptarse al perfil de los estudiantes, quienes están acostumbrados a las nuevas tecnologías y formatos audiovisuales. Por lo tanto, es esencial proporcionar materiales que sean atractivos y que faciliten su proceso de enseñanza-aprendizaje, al tiempo que se minimiza la desmotivación (Álvarez-López y Sampablo-Buezas, 2020; López y Ortega, 2020).

Las *Escape Rooms* virtuales son un ejemplo de gamificación que ha ganado popularidad en los últimos años. Estos juegos, que requieren que los jugadores resuelvan una serie de *puzzles* para “escapar” de un entorno virtual, pueden proporcionar una experiencia de aprendizaje activa y centrada en el estudiante. Los estudios han demostrado que las *Escape Rooms* virtuales pueden mejorar la motivación de los estudiantes, fomentar el pensamiento crítico y mejorar las habilidades de resolución de problemas (Duggins, 2019; Makri et al., 2021).

Las *Escape Rooms*, tanto en su versión presencial como virtual, han surgido como una herramienta educativa innovadora. Sin embargo, ha sido la versión virtual la que ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, impulsado en gran medida por la pandemia de Covid-19 (Salvador-Gómez et al., 2022; Manzano-León, Aguilar-Parra et al., 2021). Según López y Sánchez (2019), la Universidad Rey Juan Carlos I fue pionera en la implementación de esta herramienta virtual con sus estudiantes en 2018. Los resultados demostraron su utilidad como recurso motivador para reducir la desmotivación y evaluar el trabajo colaborativo (Salvador-Gómez et al., 2022; Zarco et al., 2019). Este enfoque centrado en el estudiante y la integración de tecnologías digitales innovadoras son aspectos clave para mejorar la experiencia de aprendizaje en la educación superior a distancia.

Zarco et al., (2019) y Segura-Robles y Parra-González (2019) destacan varios elementos clave para el diseño efectivo de una *Escape Room* educativa. Estos incluyen la consideración del tiempo, que debe dividirse en tres fases distintas (antes, durante y después del juego); la dificultad de las actividades, que debe ser equilibrada para adaptarse al nivel de los jugadores; los objetivos de aprendizaje, que deben establecerse previamente y evaluarse posteriormente; el tema y el espacio, que deben adaptarse para motivar a los participantes; los enigmas, que son la parte central del juego y deben ser atractivos y creativos; la tecnología y los materiales, que pueden mejorar la experiencia si se utilizan adecuadamente; la evaluación, que proporciona información sobre el progreso de los alumnos; y el ensayo, que debe realizarse al menos una vez antes de iniciar el juego. Cordero (2018) añade que el éxito de la *Escape Room* depende del choque cognitivo inicial y el conflicto que se produce en la mente del alumno, lo que resalta la importancia de diseñar un inicio de juego atractivo y novedoso.

Por otro lado, autores como Salvador-Gómez et al. (2022); López-Pernas et al. (2019) y Gordillo et al. (2020) establecen una serie de etapas y requisitos para su correcto desarrollo: en la primera etapa, se seleccionan los objetivos y las competencias que se desean abordar con la prueba. En la segunda etapa, se desarrolla el hilo argumental. Teniendo en cuenta las características de la asignatura y el alumnado se debe diseñar correctamente el escenario, la historia y las pruebas para que conecten con los alumnos. En tercer lugar, se concretan aspectos generales como si la actividad se jugará en grupo o de forma individual, a través de qué plataforma y de qué dispositivos, los materiales específicos que van a necesitar para resolver los enigmas, y si se va a llevar a cabo con o sin supervisión, entre otros aspectos. En cuarto

lugar, se debe seleccionar cuál es el mejor software para desarrollar la aplicación. Dentro de las distintas herramientas que existen en el mercado se debe seleccionar la más adecuada, por ejemplo, Google, Google Forms, BreakEdu o Genially. En quinto lugar, se eligen y construyen los retos. Las pruebas deben equilibrarse al nivel de los jugadores y la selección de la secuencia para resolverlos es crucial. Existen tres tipos principales de secuencias: lineal, abierta e híbrida. En la secuencia lineal, los retos siguen un orden específico, donde la solución de cada reto desbloquea el siguiente hasta llegar a la solución final. Este tipo de secuencia puede ser adecuada para el contexto educativo, ya que fomenta el trabajo en equipo. En la secuencia abierta, no hay un orden específico y los estudiantes pueden abordar los retos en el orden que consideren oportuno. Finalmente, la secuencia híbrida combina elementos de ambas, con algunos retos que necesitan ser desbloqueados a través de retos más pequeños, pero sin un orden específico para la resolución final (Salvador-Gómez et al., 2022). En sexto lugar, se ha de pensar en la construcción de pistas para evitar que los alumnos se desmotiven y abandonen el juego por no poder superar las pruebas. A la hora de diseñarlas se decidirá si son pistas internas o externas y también cómo diseñar mecanismos de penalización para evitar que se abuse de éstas. En la séptima etapa, se desarrolla el escenario de inmersión, buscando que sea atractivo y que conecte con los intereses y gustos de los estudiantes. En la octava etapa, se detallan las instrucciones que serán necesarias para superar la prueba. Y, en la novena etapa, se prueba la *Escape Room*, para corregir posibles fallos de cara a su implementación.

### Investigaciones sobre el modelo AIDA en la educación

El modelo AIDA, que se refiere a la Atención, Interés, Deseo y Acción de los consumidores, ha sido ampliamente utilizado en el campo del marketing para analizar las respuestas de los consumidores a los productos y servicios (Kulkarni et al., 2020). Sin embargo, su aplicación en la educación es relativamente nueva. Algunos estudios han comenzado a explorar cómo el modelo AIDA puede ser utilizado para analizar las respuestas de los estudiantes a las estrategias de enseñanza y aprendizaje, aunque sólo a nivel teórico y como método para explicar decisiones sobre la formación (Shala, 2020; Polk, 2018).

El diseño de las *Escape Rooms* debe ser planificado para maximizar estos beneficios, por lo que se considera necesario seguir unas pautas concretas. En este sentido, buscar una metodología que facilite esta planificación, podría asegurar que la *Escape Room* virtual permita obtener estos beneficios. En este sentido, el modelo AIDA, podría resultar útil tanto para realizar la planificación como para su propia evaluación.

El modelo AIDA ha sido utilizado como herramienta de marketing para elaborar estrategias de comunicación eficaces para la venta de bienes y servicios. Este modelo propone que los consumidores responden a los mensajes de marketing siguiendo una secuencia cognitiva (interés), afectiva (deseo) y conativa (acción), por lo que es

necesario, primero, captar su atención y, después, mantener su interés para crear un deseo y que le lleve, finalmente, a la acción de compra.

El primer paso en la jerarquía cognitiva se focaliza en buscar la forma de atraer y retener la atención del consumidor, para ello se utilizan imágenes impactantes, colores, formas y personajes atractivos. Si se realiza esta fase de forma adecuada, el comprador potencial querrá saber más. Pero, únicamente con la atención, no se consiguen las ventas. Se debe mantener esta atención para generar interés por el producto. En esta fase son importantes las demostraciones, explicaciones y la información que se transmite al comprador. A continuación, se debe generar deseo. Para ello es muy importante saber conectar los intereses del comprador y sus necesidades con las características del producto. Por último, para que el proceso sea completo, los compradores o consumidores potenciales deben estar motivados para realizar la compra. En esta fase, se hace énfasis en los beneficios a obtener por el comprador y se genera sensación de urgencia ofreciendo descuentos, premios y otras estrategias promocionales.

Estas fases identificadas del modelo AIDA pueden ser utilizadas para diseñar una herramienta de enseñanza-aprendizaje activo (Polk, 2018), como, por ejemplo, una ER:

1. Una vez elegidos los objetivos de aprendizaje y las competencias a abordar, crear una historia atractiva puede servir como gancho para captar el interés de los estudiantes y lograr una experiencia inmersiva. El uso de recursos visuales y auditivos atractivos captará la atención del estudiante, y el uso de una historia y contexto estimulante, mantendrá el interés para seguir el proceso. Esto supone que, además, se hayan delimitado claramente la duración de la actividad, el lugar de desarrollo, los materiales necesarios, el software, los formatos y la función dentro de la asignatura (Gómez et al., 2022).
2. Para generar el interés, el estudiante debe contar con todo lo anterior y con la información necesaria para el logro con éxito de esta actividad. Las instrucciones y reglas de juego son muy importantes en esta fase ya que, si el alumno no comprende el funcionamiento o no dispone de los recursos para tener éxito, se desmotivará.
3. En la fase afectiva, deseo, se deben seleccionar bien los retos y su dificultad. Es importante que la secuencia de los mismos permita el logro de los objetivos de aprendizaje, pero también que estimule al alumno para que siga en la actividad hasta la finalización de la misma. Una dificultad demasiado grande puede provocar la desmotivación, pero también ocurre si los retos son demasiado fáciles. Una dificultad creciente en los retos puede resultar atractiva si se acompaña con pistas adicionales cuando el alumno se estanca o con la posibilidad de volver a enfrentarse a un reto no logrado inicialmente.
4. Por último, para conseguir que el alumno realice la actividad y logre así los objetivos establecidos, es muy importante establecer correctamente las

recompensas del juego. El alumno debe conocer cómo afectará a su evaluación la realización de la actividad para incentivar su acción.

Otra virtud que tiene este modelo es que permite también la evaluación de la satisfacción con el recurso (Manafe y Pramita, 2022; Polk, 2018), ya que se puede crear un cuestionario a partir de los objetivos a alcanzar en cada fase descrita del modelo.

A pesar de la creciente investigación en estas áreas, todavía hay brechas en la literatura que este estudio pretende llenar. En particular, hay una falta de investigación sobre cómo las *Escape Rooms* virtuales son percibidas por los estudiantes en un entorno de educación a distancia y cómo estas percepciones pueden ser analizadas utilizando el modelo AIDA. Además, aunque la gamificación ha sido estudiada en el contexto de la educación a distancia, la mayoría de los estudios se han centrado en estrategias de gamificación más generales, como los sistemas de puntos y las tablas de clasificación, y hay una falta de investigación sobre la aplicación de juegos completos, como las *Escape Rooms* virtuales, en este contexto. Este estudio pretende llenar estas brechas proporcionando una exploración en profundidad de las percepciones de los estudiantes sobre las *Escape Rooms* virtuales en la educación a distancia y utilizando el modelo AIDA como marco para el análisis.

En resumen, la literatura existente proporciona un fuerte fundamento para la investigación sobre la educación a distancia, la gamificación y las *Escape rooms* virtuales. Sin embargo, todavía hay mucho que no sabemos sobre cómo estas estrategias pueden ser utilizadas de manera efectiva en la educación a distancia. Este estudio pretende contribuir a la literatura existente proporcionando una mayor comprensión de cómo las *Escape rooms* virtuales pueden ser utilizadas para mejorar la experiencia de aprendizaje a distancia.

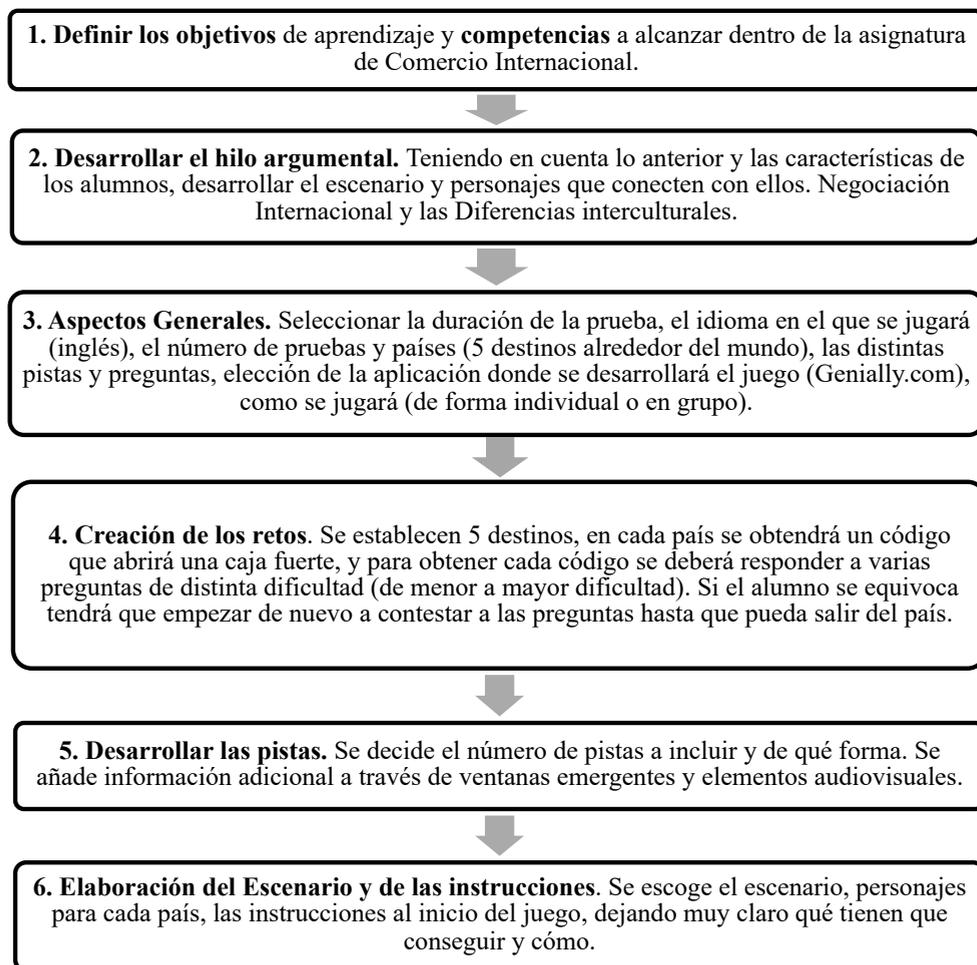
## METODOLOGÍA

Nuestra investigación adopta un enfoque metodológico mixto, combinando elementos cuantitativos y cualitativos, para explorar la eficacia de las *Escape Rooms* como herramienta de aprendizaje en la educación superior a distancia (Creamer, 2018; Shannon-Baker, 2015). Este enfoque, que ha demostrado ser eficaz en la investigación sobre educación superior (Stupnisky et al., 2014; Vogelsang et al., 2020), permite una comprensión más rica y matizada de la experiencia de aprendizaje, combinando la objetividad de los datos cuantitativos con la profundidad de los datos cualitativos (McCrudden et al., 2019; Tobi y Kampen, 2018; Gobble, 2018). Para el enfoque cuantitativo, se recogieron y analizaron datos numéricos a través de encuestas y análisis estadísticos. En cuanto al enfoque cualitativo, se realizaron observaciones directas y se recogieron datos textuales a través de entrevistas y discusiones grupales.

El estudio se dividió en dos fases. En la primera fase, se preparó el material y se creó la *Escape Room* basándonos en la experiencia de Salvador-Gómez et al. (2022). En términos de tipología de asignaturas, la metodología es especialmente relevante en aquellas que tienen una naturaleza compleja y multidimensional en este caso el estudio, se centró en las diferencias interculturales entre países a la hora de negociar. Para ello, se llevó a cabo una revisión bibliográfica exhaustiva para documentarse del comportamiento de determinados países, evitando clichés manidos. Finalmente, se seleccionaron cinco países: México, Brasil, España, Arabia Saudí y Japón, por sus peculiaridades y exotismo. La elección de estos destinos se justifica porque representan una amplia gama de culturas y tradiciones, lo que proporciona un rico contexto para explorar las diferencias interculturales en la negociación. Esta diversidad cultural puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una mayor conciencia y comprensión de las diferencias culturales, lo cual es esencial en un mundo cada vez más globalizado. Además, estos países también ofrecen una buena representación geográfica, abarcando América del Norte, América del Sur, Europa, Oriente Medio y Asia. Esta amplia representación geográfica puede ayudar a los estudiantes a desarrollar una perspectiva más global y a entender mejor las diferencias y similitudes entre diferentes regiones del mundo. En resumen, la inclusión de estos cinco países en la *Escape Room* se justifica por su diversidad cultural, relevancia para la educación superior a distancia, peculiaridades y exotismo, y representación geográfica. Para cada destino se diseñaron preguntas y pistas interactivas, que permitían a los estudiantes interactuar con diversos elementos audiovisuales. Este diseño centrado en el estudiante promovía un aprendizaje activo y autónomo. A continuación, se detalla en la Figura 1, el proceso de creación de la *Escape Room* y las distintas fases en las que se ha dividido.

## Figura 1

### Etapas en la elaboración de la Escape Room



Fuente: elaboración propia a partir de Salvador-Gómez et al. (2022, pp. 17-19)

Una vez creada la *Escape Room*, se testó con un grupo de control formado por 20 alumnos del Máster de Negociación Internacional de la Universidad de Avignon de diversas nacionalidades, durante el curso 2022-23. Durante esta fase, se realizó una observación directa, donde se analizó cómo interactuaban y colaboraban los alumnos entre sí para resolver las preguntas. A través de dicha observación se recogieron sus comentarios para mejorar la experiencia de aprendizaje, anotando los siguientes puntos: número de códigos conseguidos, tiempo para realizar la prueba

y relevancia del trabajo en equipo para el logro de los objetivos. Los estudiantes también participaron en un proceso de autoevaluación, reflexionando sobre su propio aprendizaje y rendimiento después de completar la *Escape Room*. Esta retroalimentación se utilizó para mejorar la intervención en la fase posterior.

La segunda etapa consistió en la mejora de la *Escape Room* basada en la información obtenida a través del análisis desarrollado en Avignon y su traducción al castellano, generando así dos *Escapes Rooms*. Se creó un único cuestionario en inglés y español a través de Google Forms, para recoger la opinión de los estudiantes sobre la experiencia y se incrustó en las *Escape Rooms* virtuales elaboradas con Genially. Finalmente, difundimos estas *Escape Rooms* a través del campus virtual de los estudiantes de la Universidad Católica de Murcia del área de Marketing y Empresa del curso 2022-23 y a un grupo de control externo.

La *Escape Room* virtual se diseñó utilizando una aplicación llamada Genially (Jiménez et al., 2020), promoviendo un aprendizaje activo y centrado en el estudiante. Los participantes tenían que viajar a 5 países y resolver 3 preguntas por destino, además dentro de la *Escape Room* se incluyeron pistas a través de desplegables. Si el jugador cometía un error, el juego volvía al punto de partida del destino previamente seleccionado, hasta responder correctamente y obtener uno de los códigos necesarios que les permitiría abrir la caja fuerte. Una vez obtenido el código, el jugador ya podía viajar al siguiente destino. Finalmente, el alumno que conseguía todos los códigos de los 5 destinos y los colocaba en el orden correcto podía abrir la caja fuerte y responder a la encuesta.

Para recoger los datos utilizamos dos encuestas diseñadas para medir la Atención, Interés, Deseo y Acción (AIDA), una para los alumnos y otra para el grupo de control, ambas basadas en la encuesta realizada por Wei y Lu (2013). Los ítems correspondientes al modelo AIDA, en formato Likert de cinco puntos, fueron en total 12, tres por cada fase del modelo, al que se añadió un apartado denominado "Resultados", que evalúa la experiencia del juego. La diferencia entre las encuestas para alumnos y grupo de control se debe a las preguntas de control, ya que necesitábamos más datos sociodemográficos del grupo de control, al ser creado de forma aleatoria a través de respuestas en Redes Sociales.

En la muestra, por tanto, hay respuestas procedentes de muy distintas áreas geográficas. La mayoría, un 57 %, proceden de España (debido principalmente al grupo de alumnos universitarios), pero un 30,7 % son de procedencia Iberoamericana, un 5 % son de otras nacionalidades europeas (franceses, holandeses, italianos) y el 7,1 % restante procede de Asia, África o EEUU. La mayoría de los encuestados tiene una edad comprendida entre 18 y 23 años (70 %), por tanto, son nativos digitales. En cuanto a la formación de los encuestados, la mayor parte cursa una formación de grado superior (70,3 %), un 16,4 % posee un grado medio y un 13,3 % un posgrado.

Para procesar y analizar la información recogida, utilizamos Excel y el software estadístico SPSS para Microsoft V.23 de IBM. Nuestro análisis se centró en entender cómo los estudiantes interactúan con una *Escape Room* virtual y cómo esta puede ser

utilizada como una herramienta de aprendizaje. Este enfoque nos permitió recoger datos cuantitativos y cualitativos, proporcionando una visión completa de la eficacia de nuestra metodología.

Para procesar los datos cuantitativos: en primer lugar, se comprueban las propiedades psicométricas de las escalas de medida del modelo AIDA (fiabilidad en términos de consistencia interna mediante el coeficiente Alfa de Cronbach y su dimensionalidad a través de un análisis de componentes principales). A continuación, se construyen las variables promedio de cada una de los componentes del modelo y se calculan los estadísticos descriptivos. Finalmente, se realizan los test de diferencias de medias, teniendo en cuenta si existe o no normalidad de las variables, en función del género, la edad y el tipo de enseñanza.

Para medir la eficacia de la *Escape Room* se desea comprobar la utilidad de esta actividad en la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje en el futuro. Esto se realizará mediante la comparativa de los resultados obtenidos por parte de los alumnos en el examen parcial, anterior a la *Escape Room*, y el examen final; midiendo de esta forma si la experiencia ha facilitado la asimilación de contenidos. Para anticipar los posibles resultados de esta parte del proceso, dado que había que esperar al examen final de los alumnos, se optó por incluir en el cuestionario un apartado de resultados, donde los alumnos expresan su opinión sobre su experiencia de uso.

## RESULTADOS

En este apartado se describen los resultados obtenidos del estudio empírico realizado a través de la encuesta a los participantes en la *Escape Room*, tal y como se ha descrito anteriormente en la metodología.

Por lo que se refiere a las escalas de medida del modelo AIDA, se han obtenido los siguientes resultados tal y como se muestran en la Tabla 1.

**Tabla 1**

*Validación de las Escalas de medida del modelo AIDA*

Variables	Propiedades de la escala
Atención	Alfa de Cronbach = 0,935 Factorial = 1 factor Varianza explicada = 88,511 % Sig. Bartlett = 0,000 KMO = 0,763

<b>Variab</b> les	<b>Propiedades de la escala</b>
Interés	Alfa de Cronbach = 0,940 Factorial = 1 factor Varianza explicada = 86,350 % Sig. Bartlett = 0,000 KMO = 0,765
Deseo	Alfa de Cronbach = 0,897 Factorial = 1 factor Varianza explicada = 82,994 % Sig. Bartlett = 0,000 KMO = 0,728
Acción	Alfa de Cronbach = 0,928 Factorial = 1 factor Varianza explicada = 87,450 % Sig. Bartlett = 0,000 KMO = 0,760

Fuente: elaboración propia

Como se puede comprobar, todas las escalas cumplen los requisitos: alfas superiores a 0,7, recomendables para estudios exploratorios (Nunnally, 1967; Hair et al., 2006). Además, la validez de concepto, realizada mediante el análisis factorial por componentes principales, arroja muy buenos resultados; a saber, unidimensionalidad de las tres escalas compuestas del modelo AIDA; determinante de la matriz de correlaciones bajo; test de esfericidad de Bartlett con significatividad inferior a 0,05; KMO (Índice Kaiser-Meyer-Olkin) superior o igual a 0,50; y diagonal de la matriz de correlación anti-imagen con valores superiores a 0,5 (Pérez y Medrano, 2010).

A continuación, mostramos los resultados descriptivos de las variables que componen el modelo AIDA, tanto de sus ítems individuales como de la variable global (Tabla 2).

**Tabla 2**  
*Estadísticos descriptivos*

	<b>N</b>	<b>Mínimo</b>	<b>Máximo</b>	<b>Media</b>	<b>Desv. típ.</b>
A1	98	1,00	5,00	4,1735	,97416
A2	98	1,00	5,00	4,0204	1,08390
A3	98	1,00	5,00	4,1224	1,03809
ATENCIÓN	98	1,00	5,00	4,1054	,97106
I1	98	1,00	5,00	4,1224	,99758

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
I2	98	1,00	5,00	4,1531	,94544
I3	98	1,00	5,00	4,1122	,99362
INTERÉS	98	1,00	5,00	4,1293	,92519
D1	98	1,00	5,00	4,1735	,90844
D2	98	1,00	5,00	4,2551	,86527
D3	98	1,00	5,00	4,2449	,88587
DESEO	98	1,33	5,00	4,2245	,80772
AC1	98	1,00	5,00	4,2449	,88587
AC2	98	1,00	5,00	4,0816	1,02216
AC3	98	1,00	5,00	4,1429	1,03545
ACCIÓN	98	1,00	5,00	4,1565	,91719
N válido (según lista)	98				

*Fuente:* elaboración propia

Como se puede comprobar en la Tabla 3, los resultados son muy favorables. En todos los ítems individuales, así como en las escalas globales, la media es superior a 4 y no hay desviaciones típicas muy grandes. Esto quiere decir que la mayoría de los entrevistados han mostrado una gran atención en la actividad (media = 4,1054; Desv. = ,97106); un gran interés (media = 4,1293; Desv. = ,92519); un gran deseo (media = 4,2245; Desv. = ,88587) y una muy positiva acción (media = 4,1565; Desv. = ,91719).

A continuación, se ha calculado la diferencia de medias en función de las variables independientes; es decir, género, edad, y tipo de estudios. Los resultados se muestran en las siguientes tablas (Tablas 3 a 6). Dado que las variables dependientes no muestran una distribución normal (según el test de Kolmogorow-Smirnov) se han utilizado pruebas no paramétricas: la U de Mann Whitney en el caso de comparar dos grupos y el test de Kruskal-Wallis en el caso de comparar tres o más grupos.

En la muestra, compuesta por 34 hombres y 64 mujeres, se observa, a través de los estadísticos descriptivos, que la atención varía entre hombres y mujeres. Específicamente, las mujeres muestran un rango promedio de atención de 53,80, mientras que los hombres muestran un rango promedio de 41,40. La prueba U de Mann-Whitney arroja un valor de U de 812,500 y un valor de Z de -2,116, con una significancia de 0,034 (Tabla 3). Esto indica que hay cierta diferencia estadísticamente significativa en la atención entre hombres y mujeres, que respalda la observación descriptiva. En cuanto al interés, también se puede apreciar ciertas diferencias entre hombres y mujeres, tal y como queda reflejado en la Tabla 3, en la

que la significatividad es de 0,006 en la U de Mann-Whitney. Para el caso el deseo y la acción, en cambio, no se encuentran diferencias significativas.

**Tabla 3**  
*Prueba U. de Mann-Whitney – Género-AIDA*

<b>Variable de agrupación: GÉNERO</b>	<b>ATENCIÓN</b>	<b>INTERÉS</b>	<b>DESEO</b>	<b>ACCIÓN</b>
U de Mann-Whitney	812,500	729,000	841,000	942,500
W de Wilcoxon	1407,500	1324,000	1436,000	1537,500
Z	-2,116	-2,764	-1,900	-1,121
Sig. asintót. (bilateral)	,034	,006	,057	,262

*Fuente:* elaboración propia

El 44 % de los encuestados tiene una edad inferior o igual a 21 años, el 44 % tiene una edad entre 29 y 34 y el resto son mayores de 35. Los rangos promedio de atención varían desde 43,25 hasta 69,65, lo que indica que hay cierta variación en la atención hacia las *Escape Rooms* virtuales entre diferentes grupos de edad. La prueba de Kruskal-Wallis arroja un valor de Chi-cuadrado de 6,563 con 4 grados de libertad y una significancia de 0,161, lo que indica que dichas diferencias no son estadísticamente significativas en la atención entre los diferentes grupos de edad (Tabla 4). Esto mismo ocurre con el interés, el deseo y la acción.

**Tabla 4**  
*Chi Cuadrado - Edad-AIDA*

<b>Variable de agrupación: EDAD</b>	<b>ATENCIÓN</b>	<b>INTERÉS</b>	<b>DESEO</b>	<b>ACCIÓN</b>
Chi-cuadrado	6,563	8,601	7,096	10,424
gl	4	4	4	4
Sig. asintót.	,161	,072	,131	,034

*Fuente:* elaboración propia

En cuanto al tipo de formación, el 15,3 % de los encuestados han seguido o siguen cualquier tipo de formación *online*, mientras que el 84,7 % la ha recibido de forma presencial. En este caso no se observan diferencias significativas entre los dos grupos en ninguno de los casos (Tabla 5).

**Tabla 5**  
Prueba U. de Mann-Whitney – Formación-AIDA

<b>Variable de agrupación: TIPO DE FORMACIÓN</b>	<b>ATENCIÓN</b>	<b>INTERÉS</b>	<b>DESEO</b>	<b>ACCIÓN</b>
U de Mann-Whitney	431,500	529,000	499,500	526,500
W de Wilcoxon	3917,500	4015,000	3985,500	4012,500
Z	-1,940	-,952	-1,251	-,978
Sig. asintót. (bilateral)	,052	,341	,211	,328
Sig. exacta (bilateral)	,052	,346	,214	,333
Sig. exacta (unilateral)	,025	,173	,107	,168
Probabilidad en el punto	,000	,001	,001	,004

Fuente: elaboración propia

Como ya se ha comentado, la muestra total está formada por la encuesta realizada a los alumnos presenciales de la UCAM y por otra muestra de control formada por los que respondieron a través de las redes sociales de forma totalmente *online*. Mediante comparación de medias, se observa que la distribución de los factores de Atención, Interés, Deseo y Acción, son los mismos entre los dos grupos (Tabla 6).

**Tabla 6**  
Prueba U. de Mann-Whitney – Grupos (Presencial, Online)-AIDA

<b>Hipótesis nula</b>	<b>Prueba</b>	<b>Sig.</b>
La distribución de ATENCIÓN es la misma en los 2 grupos.	Prueba U de Mann-Whitney	,097
La distribución de INTERÉS es la misma en los 2 grupos.	Prueba U de Mann-Whitney	,066
La distribución de DESEO es la misma en los 2 grupos.	Prueba U de Mann-Whitney	,107
La distribución de ACCIÓN es la misma en los 2 grupos.	Prueba U de Mann-Whitney	,115

Fuente: elaboración propia

Por tanto, parece razonable concluir que las *Escape Rooms* virtuales son una herramienta de aprendizaje atractiva y versátil que puede ser efectiva para involucrar a una amplia tipología de estudiantes. Estos hallazgos proporcionan un fuerte apoyo para el uso de las *Escape Rooms* virtuales en la educación a distancia.

Finalmente, del análisis cualitativo realizado a los alumnos y grupo de control se desprende lo siguiente: En primer lugar, la mayoría logró finalizar con éxito la *Escape Rooms* consiguiendo los 5 códigos del juego. En segundo lugar, los encuestados opinan mayoritariamente que el tiempo para la realización de la actividad fue suficiente y todos destacan que trabajar en equipo resulta una ayuda/ventaja para culminar con éxito el juego. Y, en tercer lugar, todos están de acuerdo en que resulta una herramienta útil para la enseñanza *online*, lo que es interesante, ya que un 40,8 % de los encuestados ha seguido o sigue algún tipo de formación *online*.

## DISCUSIÓN

Este trabajo contribuye a la literatura existente sobre la gamificación en la educación a distancia, específicamente a través de la implementación de *Escape Rooms* virtuales. Los hallazgos respaldan la creciente evidencia de que las estrategias de gamificación pueden mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes, tal como defienden autores como Manzano-León, Camacho-Lazarraga et al. (2021) y Hamari et al. (2016).

Los resultados de este estudio proporcionan una visión valiosa de cómo los estudiantes perciben las *Escape Rooms* virtuales en un entorno de aprendizaje a distancia. El uso de técnicas estadísticas robustas, incluyendo la comprobación de las propiedades psicométricas de las escalas de medida y la realización de pruebas U de Mann-Whitney y Kruskal-Wallis, refuerza la validez de los hallazgos (McCrudden et al., 2019).

Además, se presenta el proceso de diseño de la *Escape Room* y cómo se ha mejorado a través de la retroalimentación de los estudiantes de Avignon. Como Salvador-Gómez et al. (2022) y Deterding et al. (2011) han señalado, la efectividad de la gamificación depende en gran medida de su planificación y desarrollo adecuados.

En general, los resultados indican que la mayoría de los estudiantes encuentran que las *Escape Rooms* virtuales son motivadoras, lo que está en línea con la literatura existente que sugiere que la gamificación puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes (Hanus y Fox, 2015).

Estos hallazgos tienen importantes implicaciones para la práctica educativa y la teoría de la educación a distancia. En términos prácticos, sugieren que las *Escape Rooms* virtuales pueden ser una herramienta efectiva para mejorar la motivación y la experiencia de aprendizaje en la educación a distancia. Los educadores pueden considerar la incorporación de *Escape Rooms* virtuales en sus cursos de educación a distancia para proporcionar una experiencia de aprendizaje más activa y centrada en el estudiante (Area-Moreira, 2018).

Sin embargo, como Ouariachi y Wim (2020) y Kapp (2012) han señalado, todavía hay mucho que no sabemos sobre cómo estas estrategias pueden utilizarse de manera efectiva en la educación a distancia. Por lo tanto, se necesitan más investigaciones

para explorar cómo se pueden diseñar e implementar de manera óptima las *Escape Rooms* virtuales en diferentes contextos educativos.

Para futuras investigaciones, sería útil replicar este estudio con una muestra más grande y diversa de estudiantes. También sería interesante explorar más a fondo cómo diferentes elementos de las *Escape Rooms* virtuales (por ejemplo, la dificultad de los *puzzles*, la temática de la habitación) pueden afectar a la motivación y el compromiso de los estudiantes. Además, se podrían realizar estudios longitudinales para examinar los efectos a largo plazo de las *Escape Rooms* virtuales en la motivación y el rendimiento de los estudiantes a distancia.

En términos teóricos, estos resultados contribuyen a nuestra comprensión de cómo las estrategias de gamificación pueden ser utilizadas en la educación a distancia. En particular, proporcionan evidencia empírica de la aplicabilidad del modelo AIDA en este contexto, lo cual es un área que ha recibido poca atención en la literatura existente (Shala, 2020; Polk, 2018).

Nuestros hallazgos se suman a la creciente literatura sobre la gamificación en la educación a distancia. Aunque no encontramos diferencias significativas en el interés en función de la edad y el tipo de enseñanza, esto no significa que las *Escape Rooms* virtuales no sean efectivas como herramienta de aprendizaje. De hecho, nuestros hallazgos sugieren que las *Escape Rooms* virtuales pueden ser igualmente atractivas para una amplia tipología de estudiantes, lo que las convierte en una herramienta de aprendizaje versátil y accesible. Esto se alinea con estudios previos que han encontrado que la gamificación puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes en la educación a distancia (Castillo-Mora et al., 2022; Manzano-León, Aguilar-Parra et al., 2021; Zichermann y Cunningham, 2011; Hanus y Fox, 2015).

Pero no todo son ventajas en la utilización de las *Escape Room*. El uso de esta herramienta puede suponer un gran coste en tiempo para el docente (Markopoulus et al., 2015), por lo que sería necesario analizar también el coste-beneficio que su uso conlleva para el desarrollo del proceso enseñanza-aprendizaje.

## CONCLUSIONES

En resumen, este estudio encontró que la mayoría de los estudiantes perciben las *Escape Rooms* virtuales como una actividad motivadora en un entorno de aprendizaje a distancia. Estos hallazgos respaldan la literatura existente sobre la gamificación en la educación y proporcionan evidencia adicional de la aplicabilidad del modelo AIDA en este contexto.

Los estudios realizados revelaron hallazgos interesantes. En términos de interés en función de la edad y el tipo de enseñanza, no encontramos diferencias significativas. Esto sugiere que la edad y el tipo de enseñanza no influyen en el interés de los estudiantes por las *Escape Rooms* virtuales. En términos prácticos, esto significa que las *Escape Rooms* virtuales pueden ser igualmente atractivas para estudiantes de diferentes edades y tipos de enseñanza.

Este estudio contribuye a la literatura existente al explorar un área que hasta ahora ha recibido poca atención: la aplicación del modelo AIDA en la educación superior a distancia. A través de este estudio, hemos demostrado que las *Escape Rooms* virtuales pueden ser una herramienta efectiva para mejorar la motivación de los estudiantes en la educación a distancia.

Finalmente, recomendamos a los educadores que consideren la incorporación de *Escape Rooms* virtuales en sus cursos de educación a distancia. También instamos a los investigadores a continuar explorando esta área y a profundizar en nuestra comprensión de cómo las estrategias de gamificación pueden ser utilizadas de manera efectiva en la educación a distancia.

## REFERENCIAS

- Álvarez-López, J. A. y Sampablo-Buezas, R. (2020). Una propuesta de modelo educativo para las organizaciones exponenciales. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 17,149–179. <https://doi.org/10.51302/tce.2020.493>
- Area Moreira, M. (2018). Hacia la universidad digital: ¿dónde estamos y a dónde vamos? *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(2), 25-30. <https://doi.org/10.5944/ried.21.2.21801>
- Arufe-Giráldez, V., Sanmiguel-Rodríguez, A., Ramos Álvarez, O. y Navarro-Patón, R. (2022). Can gamification influence the academic performance of students? *Sustainability*, 14(9), 5115. <https://doi.org/10.3390/su14095115>
- Castillo-Mora, M. J., Escobar-Murillo, M. G., de los Ángeles Barragán-Murillo, R. y Cárdenas-Moyano, M. Y. (2022). La Gamificación como herramienta metodológica en la enseñanza. *Polo del Conocimiento*, 7(1), 686-701.
- Castro, M. D. B. y Tumibay, G. M. (2021). A literature review: efficacy of online learning courses for higher education institution using meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 26, 1367-1385. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-10027-z>
- Cordero, C. (2018, marzo 7). *Escape Room Educativo*. *Agora Abierta*. <https://www.agorabierto.com/2018/03/escape-room-educativo/>
- Cremer, E. G. (2018). *An introduction to fully integrated mixed methods research*. SAGE publications. <https://doi.org/10.4135/9781071802823>
- Deterding, S., Sicart, M., Nacke, L., O'Hara, K. y Dixon, D. (2011). Gamification. using game-design elements in non-gaming contexts. En D. Tan, B. Begole y W. Kellog (Eds.), *CHI'11 extended abstracts on human factors in computing systems*. (pp. 2425-2428). <https://doi.org/10.1145/1979742.1979575>
- Duggins, R. (2019). Innovation and problem-solving teaching case: The breakout box—a desktop escape room. *Journal of Organizational Psychology*, 19(4), 73-77. <https://doi.org/10.33423/jop.v19i4.2294>
- Gobble, M. M. (2018). Digital strategy and digital transformation. *Research-Technology Management*, 61(5), 66-71. <https://doi.org/10.1080/08956308.2018.1495969>
- Gómez, A. S., Tena, A. B. E., Martín, I. B. y Juan, B. G. (2022). El escape room virtual: herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento. *Revista Tecnología, Ciencia y Educación*, 21, 7-48. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.664>

- Gordillo, A., López-Fernández, D., López-Pernas, S. y Quemada, J. (2020). Evaluating an educational escape room conducted remotely for teaching software engineering. *IEEE Access*, 8, 225032-225051. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2020.3044380>
- Hair, J. F., Black, W. C., Babin, B. J., Anderson, R. E. y Tatham, R., L. (2006). *Multivariate Data Analysis*, (6ªed.), Pearson Prentice Hall.
- Hamari, J., Shernoff, D. J., Rowe, E., Coller, B., Asbell-Clarke, J. y Edwards, T. (2016). Challenging games help students learn: An empirical study on engagement, flow and immersion in game-based learning. *Computers in Human Behavior*, 54, 170-179. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.045>
- Hanus, M. D. y Fox, J. (2015). Assessing the effects of gamification in the classroom: A longitudinal study on intrinsic motivation, social comparison, satisfaction, effort, and academic performance. *Computers & Education*, 80, 152-161. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2014.08.019>
- Jiménez, C., Arís, N., Magreñán-Ruiz, Á. A. y Orcos, L. (2020). Digital escape room, using Genial.ly and a breakout to learn algebra at secondary education level in Spain. *Education Sciences*, 10(10), 271. <https://doi.org/10.3390/educsci10100271>
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons. <https://doi.org/10.1145/2207270.2211316>
- Kulkarni, M., Attal, G. y Vasundekar, V. (2020). Evaluating Effectiveness of AMFI Campaigns: A Study Based on AIDA Model. En B. Iyer et al. (eds.), *Computing in Engineering and Technology, Advances in Intelligent Systems and Computing 102*. (pp. 747-761). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-32-9515-5\\_70](https://doi.org/10.1007/978-981-32-9515-5_70)
- Lee, J., Lee, D., Nam, S., Jeong, J. y Na, G. (2022). Dynamics of Online Engagement: Counseling Students' Experiences and Perceptions in Distance Learning. *Journal of Technology in Counselor Education and Supervision*, 2(2), 11. <https://doi.org/10.22371/tces/0027>
- López, M., C. y Sánchez, L. A. (2019, agosto 29). *Escape room: Un nuevo método para la enseñanza y el aprendizaje en la URJC - Universidad Rey Juan Carlos*. <https://www.urjc.es/todas-las-noticias-de-actualidad/4506-escape-room-un-nuevo-metodo-para-la-ensenanza-y-el-aprendizaje-en-la-urjc>
- López, S, I. y Ortega, T., E. (2020). Escape room educativa: Concepción de los futuros maestros de Educación Secundaria en especialidad de Educación Física y Tecnología sobre la experiencia de diseñar y participar en una escape room educativa. *Didacticae*, 8, 176-192. <https://doi.org/10.1344/did.2020.8.176-192>
- López-Pernas, S., Gordillo, A., Barra, E. y Quemada, J. (2019). Examining the use of an educational escape room for teaching programming in a higher education setting. *IEEE Access*, 7, 31723-31737. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2902976>
- Makri, A., Vlachopoulos, D. y Martina, R. A. (2021). Digital escape rooms as innovative pedagogical tools in education: A systematic literature review. *Sustainability*, 13(8), 4587. <https://doi.org/10.3390/su13084587>
- Manafe, L. A. y Pramita, K. (2022). Personal Selling Implementation and AIDA Model; Attention, Interest, Desire, Action. *IJEBD International Journal of Entrepreneurship and Business Development*, 5(3), 487-494. <https://doi.org/10.29138/ijebd.v5i3.1846>
- Manzano-León, A., Aguilar-Parra, J. M., Rodríguez-Ferrer, J. M., Trigueros, R., Collado-Soler, R., Méndez-Aguado, C., García Hernández, M. J. y Molina-Alonso,

- L. (2021). Online escape room during covid-19: A qualitative study of social education degree students' experiences. *Education Sciences*, 11(8), 426. <https://doi.org/10.3390/educsci11080426>
- Manzano-León, A., Camacho-Lazarraga, P., Guerrero, M. A., Guerrero-Puerta, L., Aguilar-Parra, J. M., Trigueros, R. y Alias, A. (2021). Between level up and game over: A systematic literature review of gamification in education. *Sustainability*, 13(4), 2247. <https://doi.org/10.3390/su13042247>
- Markopoulos, A. P., Frangkou, A., Kasidiaris, P. D. y Davim, J. P. (2015). Gamification in engineering education and professional training. *International Journal of Mechanical Engineering Education*, 43(2), 118-131. <https://doi.org/10.1177/0306419015591324>
- Martina, R. A. y Göksen, S. (2022). Developing educational escape rooms for experiential entrepreneurship education. *Entrepreneurship Education and Pedagogy*, 5(3), 449-471. <https://doi.org/10.1177/2515127420969957>
- McCrudden, M. T., Marchand, G. y Schutz, P. (2019). Mixed methods in educational psychology inquiry. *Contemporary Educational Psychology*, 57, 1-8. <https://doi.org/10.1016/j.cedpsych.2019.01.008>
- Nunnally, J. C. (1967). *Psychometric Theory*. McGraw-Hill.
- Ouariachi, T. y Wim, E. J. (2020). Escape rooms as tools for climate change education: an exploration of initiatives. *Environmental Education Research*, 26(8), 1193-1206. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1753659>
- Pacheco, C. L. S. (2019). Gamificación en la educación: ¿Beneficios reales o entretenimiento educativo? *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 7(1), 12-20. <https://doi.org/10.37843/red.v7i1.5>
- Pérez, E. R. y Medrano, L. A. (2010). Análisis factorial exploratorio: bases conceptuales y metodológicas. *Revista Argentina de Ciencias del Comportamiento (RACC)*, 2(1), 58-66.
- Pesántez, C. V. B., Cahueñas, N. P. P. y Molias, L. M. (2021). Las TIC en el proceso de transformación educativa. De la educación presencial a la educación a distancia. *Polo del Conocimiento*, 6(9), 687-706.
- Polk, X. L. (2018). Marketing: The Key to Successful Teaching and Learning. *Journal of Marketing Development & Competitiveness*, 12(2). <https://doi.org/10.33423/jmcdc.v12i2.1257>
- Salvador-Gómez, A., Escrig-Tena, A. B., Beltrán-Martín, I. y García-Juan, B. (2022). El escape room virtual: herramienta docente universitaria para el desarrollo de competencias transversales y para la retención del conocimiento. *Tecnología, Ciencia y Educación*, 21, 7-48. <https://doi.org/10.51302/tce.2022.664>
- Segura-Robles, A. y Parra-González, M. E. (2019). How to implement active methodologies in Physical Education: Escape Room. *ESHPA* 3(2), 295-306.
- Shala, A. (2020). Generation Z; using the AIDA model to evaluate marketing activities implications on the student application process for vocational schools; case study in Kosovo. *Technium Social Sciences Journal*, 14, 310.
- Shannon-Baker, P. (2015). Making Paradigms Meaningful in Mixed Methods Research. *Journal of Mixed Methods Research*, 10(4), 319-334. <https://doi.org/10.1177/1558689815575861>
- Streiner, S., Davis, D., Cimino, R. T. y Mallouk, K. (2019, July). *Creating Engaging Escape Rooms in First Year Engineering Courses: A Pilot Study* [Presentación en conferencia]. En 2019 FYEE Conference. State College, United States. <https://peer.asee.org/creating-engaging-escape-rooms-in-first-year-engineering-courses-a-pilot-study>

- Stupnisky, R. H., Weaver-Hightower, M. B. y Kartoshkina, Y. (2014). Exploring and testing the predictors of new faculty success: a mixed methods study. *Studies in Higher Education*, 40(2), 368-390. <https://doi.org/10.1080/03075079.2013.842220>
- Tobi, H. y Kampen, J. K. (2018). Research design: the methodology for interdisciplinary research framework. *Quality and Quantity*, 52(3), 1209-1225. <https://doi.org/10.1007/s11135-017-0513-8>
- Trinidad, J. E. (2020). Understanding student-centred learning in higher education: students' and teachers' perceptions, challenges, and cognitive gaps. *Journal of Further and Higher Education*, 44(8), 1013-1023. <https://doi.org/10.1080/0309877X.2019.1636214>
- Vergne, M. J., Smith, J. D. y Bowen, R. S. (2020). Escape the (remote) classroom: An online escape room for remote learning. *Journal of Chemical Education*, 97(9), 2845-2848. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.0c00449>
- Vogelsang, K., Brink, H. y Packmohr, S. (2020). Measuring the Barriers to the Digital Transformation in Management Courses – A Mixed Methods Study. En R. A. Buchmann, A. Polini, B. Johansson y D. Karagiannis (Eds). *Perspectives in Business Informatics Research. BIR 2020. Lecture Notes in Business Information Processing*, 398 (pp.19-34). Springer, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-61140-8\\_2](https://doi.org/10.1007/978-3-030-61140-8_2)
- Wei, P. y Lu, H. (2013). An examination of the celebrity endorsements and online customer reviews influence female consumers' shopping behavior. *Computers in Human Behavior*, 29(1), 193-201. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.08.005>
- Zarco, C., N., Machancoses, M. y Fernández, P., R. (2019). La eficacia de la escape room como estrategia de motivación, cohesión y aprendizaje de matemáticas en sexto de educación primaria. *Edetania: estudios y propuestas socio-educativas*, 56, 23-42. [https://doi.org/10.46583/edetania\\_2019.56.507](https://doi.org/10.46583/edetania_2019.56.507)
- Zichermann, G. y Cunningham, C. (2011). *Gamification by design: Implementing game mechanics in web and mobile apps*. O'Reilly Media, Inc.

## ANEXO

**Figura 1**  
*Portada de la Escape Room en español e inglés*



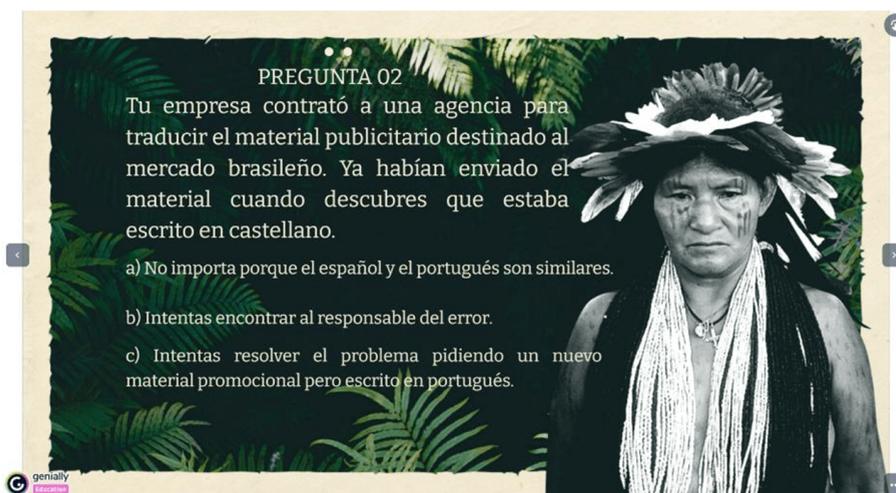
**Figura 2**  
*Misiones que el alumno tiene que resolver para obtener la combinación de la caja fuerte*



**Figura 3**  
*Inicio del destino México*



**Figura 4**  
*Pregunta del destino Brasil en inglés*



**Figura 5**

*Obtención del código tras superar las pruebas del destino*



**Figura 6**

*Caja fuerte*



**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 22 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 1 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 20 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024



# Rueda de la Pedagogía para la Inteligencia Artificial: adaptación de la Rueda de Carrington

## Pedagogy Wheel for Artificial Intelligence: adaptation of Carrington's Wheel



- © Eva Jiménez-García - *Universidad Europea de Madrid (España)*  
© Natalia Orenes Martínez - *Universidad Europea de Madrid (España)*  
© Luis Antonio López-Fraile - *Universidad Europea de Madrid (España)*

### RESUMEN

La integración efectiva de la Inteligencia Artificial (IA) en la educación es necesaria para aprovechar sus beneficios en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Este artículo propone la adaptación de la Rueda de la Pedagogía de Carrington a una Rueda de la Pedagogía para la IA, con el fin de ofrecer un marco pedagógico para integrar la IA en la educación. La metodología de investigación utilizada se basa en una revisión y mapeo sistemático junto a un estudio bibliométrico del análisis de co-ocurrencia de términos para identificar los clusters temáticos relevantes que respalden científicamente la necesidad de la adaptación de la Rueda. La nueva rueda atiende a los cuatro clusters obtenidos (Integración de la IA para mejorar la educación, Uso de tecnologías educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje, Diseño e innovación pedagógica y Educación Sostenible y Ética) y presenta anillos concéntricos que explican cómo incorporar gradualmente la IA en diferentes niveles cognitivos (Taxonomía de Bloom) e integración tecnológica (Modelo SAMR) ambos adaptados a la IA, con ejemplos de herramientas y aplicaciones. Además, se incluye un nivel Reflexivo-Metacognitivo que aborda la ética y responsabilidad en el uso de la IA. En conclusión, la rueda adaptada a la IA es una opción viable para mejorar la eficacia y eficiencia de la educación, con la condición de que los docentes participen en la planificación y ejecución del proceso de enseñanza y aprendizaje para garantizar su éxito. Cabe mencionar la importancia de mantener la rueda actualizada debido a la aparición constante de nuevas aplicaciones.

**Palabras clave:** inteligencia artificial; tecnologías disruptivas; Rueda de Carrington; taxonomía de Bloom; modelo SAMR.

### ABSTRACT

The effective integration of Artificial Intelligence (AI) in education is necessary to harness its benefits in the teaching and learning process. This article proposes the adaptation of Carrington's Pedagogy Wheel into an AI Pedagogy Wheel, aiming to provide a pedagogical framework for integrating AI in education. The research methodology employed is based on a systematic review and mapping, coupled with a bibliometric study of term co-occurrence analysis, to identify relevant thematic clusters that scientifically support the need for the adaptation of the Wheel. The new wheel addresses the four obtained clusters (Integration of AI to enhance education, Use of educational technologies in the teaching and learning process, Pedagogical design and innovation, and Sustainable and Ethical Education) and presents concentric rings that explain how to gradually incorporate AI across different cognitive levels (Bloom's Taxonomy) and technological integration (SAMR Model), both adapted for AI. The wheel includes examples of tools and applications to illustrate the implementation. Furthermore, a Reflective-Metacognitive level is included that addresses ethics and responsibility in the use of AI. In conclusion, the wheel adapted to AI is a viable option to enhance the effectiveness and efficiency of education, provided that educators engage in the planning and execution of the teaching and learning process to ensure its success. It is worth mentioning the importance of keeping the wheel updated due to the constant emergence of new applications.

**Keywords:** artificial intelligence; disruptive technologies; Carrington's Wheel; Bloom's taxonomy; SAMR model.

## INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la tecnología ha transformado la forma en que se enseña y se aprende en la actualidad, sin embargo, la educación ha evolucionado para incorporar una tecnología disruptiva emergente: la Inteligencia Artificial (en adelante IA), entendida como “un campo de estudio que combina las aplicaciones de aprendizaje automático, producción de algoritmos y procesamiento de lenguaje natural” (Akgun y Greenhow, 2022, p.1). Por lo tanto, es crucial adaptarse a estos cambios en el campo educativo y considerar cómo se puede integrar la IA de manera efectiva en la educación. Un ejemplo claro de la inclusión de la IA es la provocada por el ChatGPT (Cooper, 2023; Duha, 2023), pero estudios recientes destacan que, si se realiza un uso adecuado del mismo, puede maximizar la enseñanza y el aprendizaje (Baidoo-Anu y Owusu, 2023; Skavronskaya et al., 2023).

De acuerdo con Huang et al. (2021), la tecnología de IA posee un potencial para mejorar tanto la capacidad cognitiva como la de aprendizaje de los estudiantes, así como también la eficiencia del proceso de enseñanza y aprendizaje. Es por tanto esencial considerar de manera efectiva la integración de la IA en la educación, para aprovechar su capacidad transformadora en la mejora de la calidad de la educación y el desarrollo de los estudiantes.

En la actualidad, la integración de la IA en la educación se ha posicionado como una herramienta de gran relevancia para mejorar el proceso de aprendizaje, gracias a su capacidad de personalizar la enseñanza y el aprendizaje, proporcionar retroalimentación automatizada y evaluaciones más objetivas y precisas (Castaneda, 2023). Según Chen et al. (2020), la IA puede revolucionar el sector educativo, brindando nuevas oportunidades para el aprendizaje personalizado, la evaluación de los estudiantes y la investigación educativa.

Es fundamental destacar que, aunque la IA presenta amplias oportunidades para la educación, no supone una solución global para todos los problemas educativos. Por lo tanto, es esencial utilizarla de manera consciente y reflexiva, adecuada al contexto educativo específico, para maximizar sus beneficios potenciales. En consecuencia, es necesario llevar a cabo una reflexión crítica y rigurosa para garantizar la efectividad y responsabilidad en la utilización de la IA en la educación. En este sentido, los docentes tienen un papel fundamental en la integración de la IA en la educación. Celik (2023) sostiene que los profesores deben contar con conocimientos específicos en tecnología y pedagogía relacionados con la IA para integrarla de manera efectiva en la educación. Además, deben tener una comprensión ética para evaluar las decisiones basadas en IA y asegurarse de que se utilicen de manera responsable y equitativa.

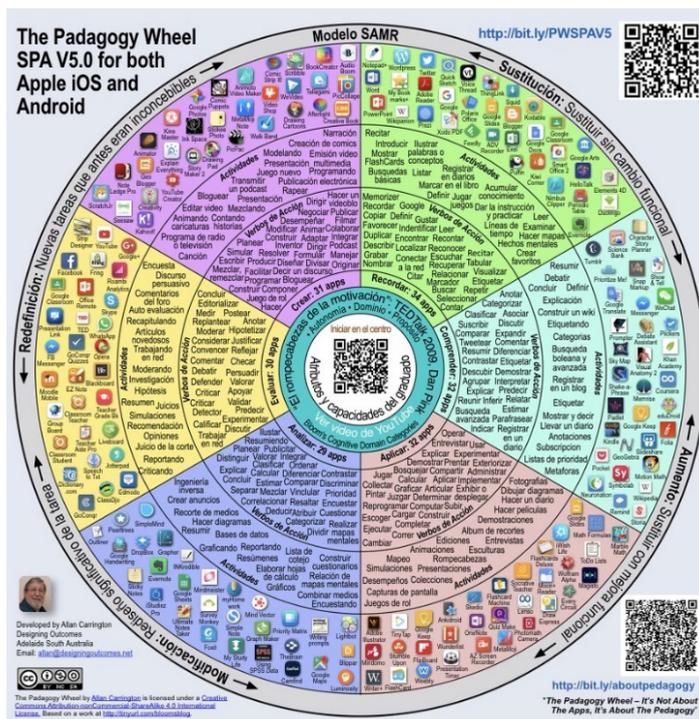
Esta idea ya fue trabajada por Carrington (2016) cuando diseñó la Rueda de la Pedagogía (Pedagogy Wheel) para la integración de la tecnología que es una herramienta diseñada para ayudar a los docentes a integrar tecnología en sus prácticas pedagógicas, centrándose en la pedagogía en lugar de en las aplicaciones tecnológicas. El motivo por el que esta rueda es una herramienta para mejorar el

diseño y evaluación del aprendizaje centrado en el estudiante es porque cada sección de la rueda se interconecta con las otras secciones, lo que significa que el aprendizaje no es un proceso lineal, sino que es un proceso en constante evolución (Carrington, 2015).

En este sentido, la Rueda de la Pedagogía de Allan Carrington consta de varios anillos concéntricos: 1) anillo central que presenta los seis niveles cognitivos de la Taxonomía de Bloom, 2) siguiente anillo con los cuatro grados de integración tecnológica según el Modelo SAMR y 3) anillos exteriores que contienen ejemplos de herramientas y aplicaciones tecnológicas que se pueden utilizar en cada nivel cognitivo y de integración tecnológica.

Atendiendo a estas ideas, la Rueda de la Pedagógica de Carrington (2017) combina los dos marcos teóricos mencionados (Taxonomía de Bloom y Modelo SARM) en una representación visual (ver Figura 1) que facilita la selección de herramientas y estrategias tecnológicas adecuadas para cada nivel de habilidad cognitiva y de integración tecnológica.

**Figura 1**  
Rueda de la Pedagogía v5



Fuente: Carrington (2016). <https://designingoutcomes.com/spanish-speaking-world-v5-0/>

La Rueda de la Pedagogía de Allan Carrington ha demostrado ser una herramienta efectiva para mejorar la calidad de la enseñanza (Zhang et al., 2018) y el aprendizaje (Matta et al., 2016) en el contexto de la tecnología. Sin embargo, la rueda no considera la IA como una tecnología que se puede integrar en la enseñanza y el aprendizaje.

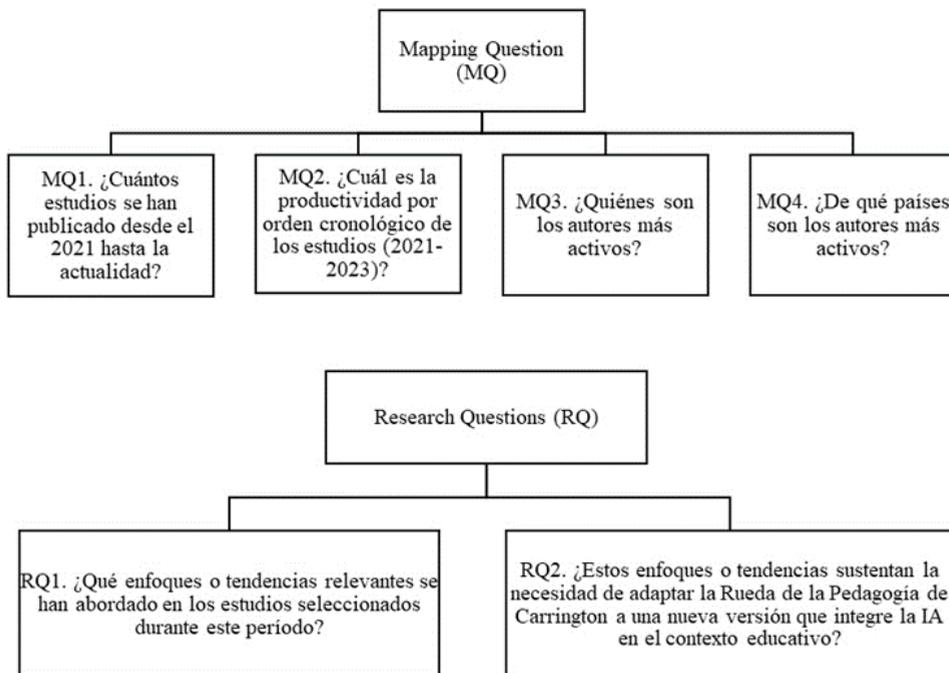
Por ello, y en vista de los cambios que la IA está provocando en el campo educativo, el presente estudio propone una adaptación de la Rueda de la Pedagogía de Allan Carrington (2017) a una nueva Rueda de la Pedagogía para la IA que facilite la integración efectiva de la IA en la educación en cualquiera de sus etapas. Esta propuesta se basa en la premisa de que la IA puede transformar la educación y mejorarla sustancialmente, siempre y cuando se utilice de manera responsable y consciente (Wiley, 2023). Por este motivo, la creación de una Rueda de la Pedagogía para la IA, como la propuesta de Allan Carrington en su modelo original, es crucial para aprovechar las ventajas de esta tecnología emergente en el proceso de enseñanza y aprendizaje, ya que facilita la selección de herramientas y estrategias tecnológicas de IA adecuadas para cada nivel de habilidad cognitiva y de integración tecnológica de IA. Al hacerlo, se busca crear un entorno educativo más personalizado, interactivo y efectivo que se ajuste a las necesidades y expectativas de los estudiantes en la era digital y tecnológica actual.

## METODOLOGÍA

Para asegurar el rigor científico del artículo y justificar la necesidad de la adaptación de la Rueda de la Pedagogía para la IA, se utiliza una metodología de investigación basada en la revisión y mapeo sistemático para dar respuesta a las siguientes preguntas de mapeo (MQ, Mapping Questions), junto a un estudio bibliométrico basado en un análisis de co-ocurrencia de términos para dar respuesta a las siguientes preguntas de investigación (RQ, Research Questions) presentadas en la Figura 2.

**Figura 2**

*Preguntas de mapeo (MQ) y preguntas de investigación (RQ)*



*Fuente:* elaboración propia.

La revisión sistemática de la literatura atiende a las directrices establecidas en la Declaración PRISMA. Se ha realizado la búsqueda exhaustiva en bases de datos académicas (Web of Science -WoS, y Scopus) usando la siguiente frase de búsqueda: “artificial intelligence” AND “education” AND “integration” AND “learning” y atendiendo al título, resumen, palabras clave de autor y Keywords Plus. Se han seleccionado los estudios según los criterios de elegibilidad presentados en la Tabla 1:

**Tabla 1**

*Criterios de elegibilidad de estudios*

Motivos	Búsqueda	Criterios de inclusión	Trabajos excluidos	
			WoS	Scopus
1	Fecha de publicación	2021-2023	98	420
2	Idioma	Inglés y español	4	12

Motivos	Búsqueda	Criterios de inclusión	Trabajos excluidos	
			WoS	Scopus
3	Tipo de documento	Artículos de investigación	48	240
4	Tipo de publicación	Artículos publicados con texto completo en revistas con revisiones por pares	39	55
5	Área	Investigación Educativa/ Ciencias Sociales	73	91

*Fuente:* elaboración propia.

En WoS, de los 280 artículos encontrados, se excluyeron 262 artículos después de aplicar el filtrado, lo que permitió analizar 18 trabajos. Mientras que de los 861 artículos encontrados en Scopus, se excluyeron 818 artículos según los criterios establecidos, lo que resultó en el análisis de 43 trabajos. De los 61 artículos (18 estudios de WoS y 43 de Scopus), se eliminaron 17 duplicados y se analizaron 44 artículos que nos proporcionan una visión actualizada del estado de la investigación en esta área publicados en los últimos años (2021-2023).

Para el estudio bibliométrico, basado en el análisis de co-ocurrencia de palabras clave, se utiliza el programa VOSviewer. Se simplificó el análisis considerando solo las palabras clave que aparecieron con una frecuencia mínima de 2. De esta forma se conforma una matriz cuadrada de N x N elementos que representaba la co-ocurrencia entre pares de palabras clave y se genera la red bibliométrica con las relaciones entre las palabras clave a través de nodos y enlaces en forma de grafos. Esto permite visualizar y analizar las conexiones entre las palabras clave.

## RESULTADOS

### Resultados de la revisión y mapeo sistemático

A continuación, se dará respuesta a cada una de las preguntas de mapeo (MQ) planteadas en este estudio. Con respecto a la primera pregunta MQ1. ¿Cuántos estudios se han publicado desde el 2021 hasta la actualidad?, en la Tabla 2 se muestra el resumen de las 44 referencias analizadas en esta revisión, junto a un identificador utilizado para referenciarlo a lo largo de los análisis.

**Tabla 2**  
Referencias de la revisión sistemática

N.º	Referencias de la revisión sistemática
[1]	A'mar, F. y Eleyan, D. (2022). Effect of principal s technology leadership on teacher's technology integration. <i>International Journal of Instruction</i> , 15(1), 781–798. <a href="https://doi.org/10.29333/iji.2022.15145a">https://doi.org/10.29333/iji.2022.15145a</a>
[2]	Abd-alrazaq, A., AlSaad, R., Alhuwail, D., Ahmed, A., Healy, P. M., Latifi, S., Aziz, S., Damseh, R., Alrazak, S. A. y Sheikh, J. (2023). Large Language Models in Medical Education: Opportunities, Challenges, and Future Directions. <i>JMIR Medical Education</i> , 9. <a href="https://doi.org/10.2196/48291">https://doi.org/10.2196/48291</a>
[3]	Aksoy, N. y Ozturk, N. (2021). Integration of a virtual pharmacy simulation program “MyDispense” in clinical pharmacy education. <i>Pharmacy Education</i> , 21(1), 604–611. <a href="https://doi.org/10.46542/pe.2021.211.604611">https://doi.org/10.46542/pe.2021.211.604611</a>
[4]	Andersen, R., Mørch, A. I. y Litherland, K. T. (2022). Collaborative learning with block-based programming: investigating human-centered artificial intelligence in education. <i>Behaviour and Information Technology</i> , 41(9), 1830–1847. <a href="https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2083981">https://doi.org/10.1080/0144929X.2022.2083981</a>
[5]	Arteaga, J. V, Gravini-Donado, M. L. y Riva, L. D. Z. (2021). Digital Technologies for Heritage Teaching: Trend Analysis in New Realities. <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i> , 16(21), 132–148. <a href="https://doi.org/10.3991/ijet.v16i21.25149">https://doi.org/10.3991/ijet.v16i21.25149</a>
[6]	Celik, I., Dindar, M., Muukkonen, H. y Järvelä, S. (2022). The Promises and Challenges of Artificial Intelligence for Teachers: a Systematic Review of Research. <i>TechTrends</i> , 66(4), 616–630. <a href="https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y">https://doi.org/10.1007/s11528-022-00715-y</a>
[7]	Chan, C. K. Y. (2023). A comprehensive AI policy education framework for university teaching and learning. <i>International Journal of Educational Technology in Higher Education</i> , 20(1). <a href="https://doi.org/10.1186/s41239-023-00408-3">https://doi.org/10.1186/s41239-023-00408-3</a>
[8]	Chivu, R.-G., Popa, I.-C., Orzan, M.-C., Marinescu, C., Florescu, M. S. y Orzan, A.-O. (2022). The Role of Blockchain Technologies in the Sustainable Development of Students' Learning Process. <i>Sustainability (Switzerland)</i> , 14(3). <a href="https://doi.org/10.3390/su14031406">https://doi.org/10.3390/su14031406</a>
[9]	Choi, S., Choi, J., Peters, O. A. y Peters, C. I. (2023). Design of an interactive system for access cavity assessment: A novel feedback tool for preclinical endodontics. <i>European Journal of Dental Education</i> . <a href="https://doi.org/10.1111/eje.12895">https://doi.org/10.1111/eje.12895</a>
[10]	Ding, Z., Jiang, S., Xu, X. y Han, Y. (2022). An Internet of Things based scalable framework for disaster data management. <i>Journal of Safety Science and Resilience</i> , 3(2), 136–152. <a href="https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2021.10.005">https://doi.org/10.1016/j.jnlssr.2021.10.005</a>
[11]	El Hadraoui, H., Zegrari, M., Hammouch, F.-E., Guennouni, N., Laayati, O. y Chebak, A. (2022). Design of a Customizable Test Bench of an Electric Vehicle Powertrain for Learning Purposes Using Model-Based System Engineering. <i>Sustainability (Switzerland)</i> , 14(17). <a href="https://doi.org/10.3390/su141710923">https://doi.org/10.3390/su141710923</a>

N.º	Referencias de la revisión sistemática
[12]	Essel, H. B., Vlachopoulos, D., Tachie-Menson, A., Johnson, E. E. y Baah, P. K. (2022). The impact of a virtual teaching assistant (chatbot) on students' learning in Ghanaian higher education. <i>International Journal of Educational Technology in Higher Education</i> , 19(1). <a href="https://doi.org/10.1186/s41239-022-00362-6">https://doi.org/10.1186/s41239-022-00362-6</a>
[13]	Fergus, S., Botha, M. y Ostovar, M. (2023). Evaluating Academic Answers Generated Using ChatGPT. <i>Journal of Chemical Education</i> , 100(4), 1672-1675. <a href="https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00087">https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00087</a>
[14]	Hsu, T.-C., Abelson, H., Lao, N. y Chen, S.-C. (2021). Is it possible for young students to learn the AI-STEAM application with experiential learning? <i>Sustainability (Switzerland)</i> , 13(19). <a href="https://doi.org/10.3390/su131911114">https://doi.org/10.3390/su131911114</a>
[15]	Järvelä, S., Nguyen, A. y Hadwin, A. (2023). Human and artificial intelligence collaboration for socially shared regulation in learning. <i>British Journal of Educational Technology</i> . <a href="https://doi.org/10.1111/bjet.13325">https://doi.org/10.1111/bjet.13325</a>
[16]	Jia, F., Sun, D., Ma, Q. y Looi, C.-K. (2022). Developing an AI-Based Learning System for L2 Learners' Authentic and Ubiquitous Learning in English Language. <i>Sustainability (Switzerland)</i> , 14(23). <a href="https://doi.org/10.3390/su142315527">https://doi.org/10.3390/su142315527</a>
[17]	Kaldaras, L., Yoshida, N. R. y Haudek, K. C. (2022). Rubric development for AI-enabled scoring of three-dimensional constructed-response assessment aligned to NGSS learning progression. <i>Frontiers in Education</i> , 7. <a href="https://doi.org/10.3389/educ.2022.983055">https://doi.org/10.3389/educ.2022.983055</a>
[18]	Kamruzzaman, M. M., Alanazi, S., Alruwaili, M., Alshammari, N., Elaiwat, S., Abu-Zanona, M., Innab, N., Mohammad Elzaghmouri, B. y Ahmed Alanazi, B. (2023). AI- and IoT-Assisted Sustainable Education Systems during Pandemics, such as COVID-19, for Smart Cities. <i>Sustainability (Switzerland)</i> , 15(10). <a href="https://doi.org/10.3390/su15108354">https://doi.org/10.3390/su15108354</a>
[19]	Kim, K. y Kwon, K. (2023). Exploring the AI competencies of elementary school teachers in South Korea. <i>Computers and Education: Artificial Intelligence</i> , 4. <a href="https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100137">https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100137</a>
[20]	Kim, N. J. y Kim, M. K. (2022). Teacher's Perceptions of Using an Artificial Intelligence-Based Educational Tool for Scientific Writing. <i>Frontiers in Education</i> , 7. <a href="https://doi.org/10.3389/educ.2022.755914">https://doi.org/10.3389/educ.2022.755914</a>
[21]	Kohnke, L., Moorhouse, B. L. y Zou, D. (2023). Exploring generative artificial intelligence preparedness among university language instructors: A case study. <i>Computers and Education: Artificial Intelligence</i> , 5. <a href="https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100156">https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100156</a>
[22]	Lentz, A., Siy, J. O. y Carraccio, C. (2021). AI-sessment: Towards Assessment As a Sociotechnical System for Learning. <i>Academic Medicine</i> , 96(7), S87-S88. <a href="https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000004104">https://doi.org/10.1097/ACM.0000000000004104</a>
[23]	Liu, D. S., Sawyer, J., Luna, A., Aoun, J., Wang, J., Boachie, L., Halabi, S. y Joe, B. (2022). Perceptions of US Medical Students on Artificial Intelligence in Medicine: Mixed Methods Survey Study. <i>JMIR Medical Education</i> , 8(4). <a href="https://doi.org/10.2196/38325">https://doi.org/10.2196/38325</a>

N.º	Referencias de la revisión sistemática
[24]	Marquez, R., Barrios, N., Vera, R. E., Mendez, M. E., Tolosa, L., Zambrano, F. y Li, Y. (2023). A perspective on the synergistic potential of artificial intelligence and product-based learning strategies in biobased materials education. <i>Education for Chemical Engineers</i> , 44, 164-180. <a href="https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.05.005">https://doi.org/10.1016/j.ece.2023.05.005</a>
[25]	Moldt, J.-A., Festl-Wietek, T., Madany Mamlouk, A., Nieselt, K., Fuhl, W. y Herrmann-Werner, A. (2023). Chatbots for future docs: exploring medical students' attitudes and knowledge towards artificial intelligence and medical chatbots. <i>Medical Education Online</i> , 28(1). <a href="https://doi.org/10.1080/10872981.2023.2182659">https://doi.org/10.1080/10872981.2023.2182659</a>
[26]	Nikonova, E., Yakhyaeva, K., Pivkina, N. y Schetinina, A. (2023). Using Artificial Intelligence Tools in Teaching a Foreign Language in Higher Technical Institutions. <i>European Journal of Contemporary Education</i> , 12(2), 578-589. <a href="https://doi.org/10.13187/ejced.2023.2.578">https://doi.org/10.13187/ejced.2023.2.578</a>
[27]	Ouyang, F., Wu, M., Zheng, L., Zhang, L. y Jiao, P. (2023). Integration of artificial intelligence performance prediction and learning analytics to improve student learning in online engineering course. <i>International Journal of Educational Technology in Higher Education</i> , 20(1). <a href="https://doi.org/10.1186/s41239-022-00372-4">https://doi.org/10.1186/s41239-022-00372-4</a>
[28]	Prahani, B. K., Alfin, J., Fuad, A. Z., Saphira, H. V, Hariyono, E. y Suprpto, N. (2022). Learning Management System (LMS) Research During 1991–2021: How Technology Affects Education. <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i> , 17(17), 28-49. <a href="https://doi.org/10.3991/ijet.v17i17.30763">https://doi.org/10.3991/ijet.v17i17.30763</a>
[29]	Prahani, B. K., Rizki, I. A., Jatmiko, B., Suprpto, N. y Amelia, T. (2022). Artificial Intelligence in Education Research During the Last Ten Years: A Review and Bibliometric Study. <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i> , 17(8), 169-188. <a href="https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.29833">https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.29833</a>
[30]	Pu, S., Ahmad, N. A., Khambari, M. N. M. y Yap, N. K. (2021). Identification and analysis of core topics in educational artificial intelligence research: A bibliometric analysis. <i>Cypriot Journal of Educational Sciences</i> , 16(3), 995-1009. <a href="https://doi.org/10.18844/CJES.V16I3.5782">https://doi.org/10.18844/CJES.V16I3.5782</a>
[31]	Qushem, U. B., Christopoulos, A., Oyelere, S. S., Ogata, H. y Laakso, M.-J. (2021). Multimodal technologies in precision education: Providing new opportunities or adding more challenges? <i>Education Sciences</i> , 11(7). <a href="https://doi.org/10.3390/educsci11070338">https://doi.org/10.3390/educsci11070338</a>
[32]	Rott, K. J., Lao, L., Petridou, E. y Schmidt-Hertha, B. (2022). Needs and requirements for an additional AI qualification during dual vocational training: Results from studies of apprentices and teachers. <i>Computers and Education: Artificial Intelligence</i> , 3. <a href="https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100102">https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100102</a>
[33]	Sanchez-Pena, M., Vieira, C. y Magana, A. J. (2023). Data science knowledge integration: Affordances of a computational cognitive apprenticeship on student conceptual understanding. <i>Computer Applications in Engineering Education</i> , 31(2), 239-259. <a href="https://doi.org/10.1002/cae.22580">https://doi.org/10.1002/cae.22580</a>
[34]	Shenkoya, T. y Kim, E. (2023). Sustainability in Higher Education: Digital Transformation of the Fourth Industrial Revolution and Its Impact on Open Knowledge. <i>Sustainability (Switzerland)</i> , 15(3). <a href="https://doi.org/10.3390/su15032473">https://doi.org/10.3390/su15032473</a>

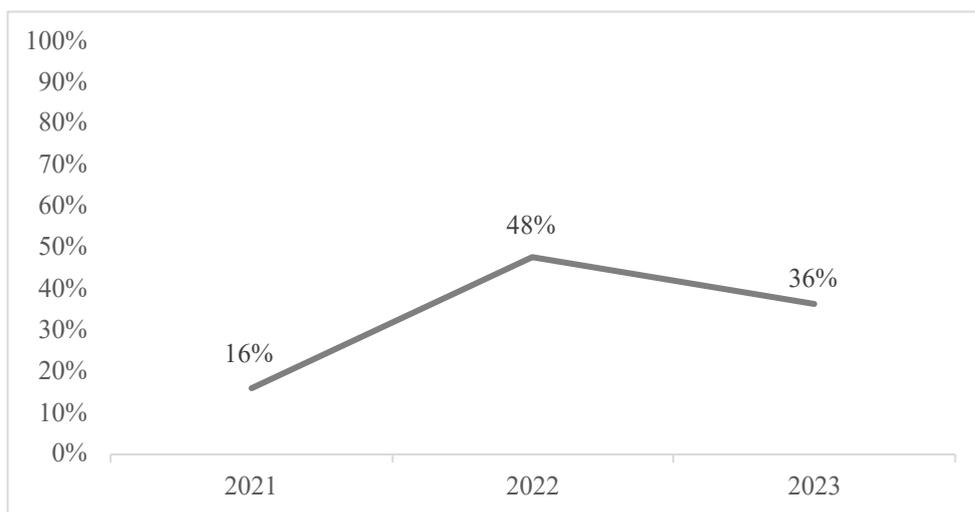
N.º	Referencias de la revisión sistemática
[35]	Shi, D., Zhou, J., Wang, D. y Wu, X. (2022). Research Status, Hotspots, and Evolutionary Trends of Intelligent Education from the Perspective of Knowledge Graph. <i>Sustainability (Switzerland)</i> , 14(17). <a href="https://doi.org/10.3390/su141710934">https://doi.org/10.3390/su141710934</a>
[36]	Shi, Z., Wu, Z., Zhang, Z., Chen, Y. y Liu, X. (2022). Learning Path Planning Algorithm Based on Career Goals and Artificial Intelligence. <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i> , 17(10), 256-272. <a href="https://doi.org/10.3991/ijet.v17i10.28455">https://doi.org/10.3991/ijet.v17i10.28455</a>
[37]	Sunday, K., Oyelere, S. S., Agbo, F. J., Aliyu, M. B., Balogun, O. S. y Bouali, N. (2022). Usability Evaluation of Imikode Virtual Reality Game to Facilitate Learning of Object-Oriented Programming. <i>Technology, Knowledge and Learning</i> . <a href="https://doi.org/10.1007/s10758-022-09634-6">https://doi.org/10.1007/s10758-022-09634-6</a>
[38]	Vidanaralage, A. J., Dharmaratne, A. T. y Haque, S. (2022). AI-based multidisciplinary framework to assess the impact of gamified video-based learning through schema and emotion analysis. <i>Computers and Education: Artificial Intelligence</i> , 3. <a href="https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100109">https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100109</a>
[39]	Villegas-Ch, W., Sánchez-Viteri, S. y Román-Cañizares, M. (2021). Academic activities recommendation system for sustainable education in the age of COVID-19. <i>Informatics</i> , 8(2). <a href="https://doi.org/10.3390/informatics8020029">https://doi.org/10.3390/informatics8020029</a>
[40]	Wang, X. (2022). Influences of Learning Emotion on Learning Outcome in Online Teaching Mode. <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i> , 17(8), 126-139. <a href="https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.30459">https://doi.org/10.3991/ijet.v17i08.30459</a>
[41]	Wardat, Y., Tashtoush, M. A., AlAli, R. y Jarrah, A. M. (2023). ChatGPT: A revolutionary tool for teaching and learning mathematics. <i>Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education</i> , 19(7). <a href="https://doi.org/10.29333/ejmste/13272">https://doi.org/10.29333/ejmste/13272</a>
[42]	Yong, L. C., Aziz, N. M. y Mohd-Rahim, F. A. (2022). Adapting to a new normal during covid-19: Leveraging the smart building system with bim integration for lifecycle sustainability. <i>Planning Malaysia</i> , 20(4), 209-222. <a href="https://doi.org/10.21837/pm.v20i24.1198">https://doi.org/10.21837/pm.v20i24.1198</a>
[43]	Zhai, C. y Wibowo, S. (2023). A systematic review on artificial intelligence dialogue systems for enhancing English as foreign language students' interactional competence in the university. <i>Computers and Education: Artificial Intelligence</i> , 4. <a href="https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100134">https://doi.org/10.1016/j.caeai.2023.100134</a>
[44]	Zhang, Y. Z. (2022). Influence of Teacher-Student Interaction on Course Learning Effect in Distance Education. <i>International Journal of Emerging Technologies in Learning</i> , 17(10), 215-226. <a href="https://doi.org/10.3991/ijet.v17i10.30913">https://doi.org/10.3991/ijet.v17i10.30913</a>

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se da respuesta a la pregunta MQ2. ¿Cuál es la productividad por orden cronológico de los estudios (2021-2023)? se muestran los resultados en la Figura 3. De los tres años analizados, el mayor porcentaje de artículos (48%) corresponde al año 2022. Es importante tener en cuenta que el año 2023 aún no ha concluido, y, sin embargo, ya representa el 36% del total de artículos. Esto sugiere una

clara tendencia al aumento del interés en el campo, evidenciado por el significativo incremento en las publicaciones desde el año 2021.

**Figura 3**  
*Productividad cronológica de los estudios*

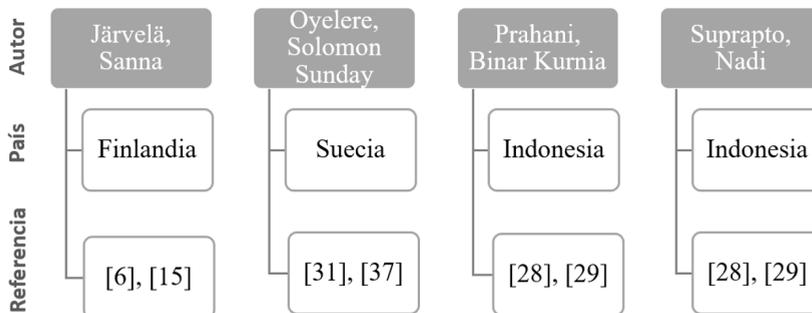


*Fuente:* elaboración propia.

Con respecto a las preguntas MQ3. ¿Quiénes son los autores más activos? y MQ4. ¿De qué países son los autores más activos?, se muestra el resultado en la Figura 4.

Dentro del grupo de 173 autores que integran los 44 trabajos seleccionados para la revisión sistemática de la literatura (consultar Tabla 2), destacan 4 autores que han contribuido con 2 publicaciones cada uno, consolidándose como los participantes más activos. Los países de los que provienen dichos autores son Indonesia, Finlandia y Suecia.

**Figura 4**  
*Autores y países de los autores más activos*



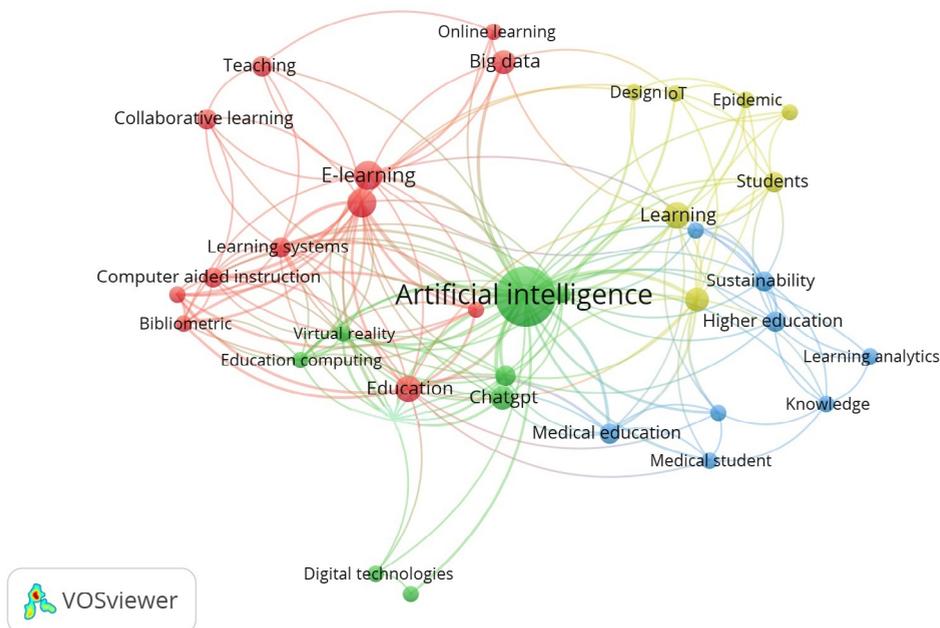
*Fuente:* elaboración propia.

## Resultados del análisis de co-ocurrencia de palabras clave

El objetivo principal del análisis de palabras clave es identificar los temas de investigación relevantes relacionados con la IA y la educación. Para ello, se lleva a cabo un análisis de co-ocurrencia de las palabras clave extraídas de los 43 artículos analizados. Se establece un umbral mínimo de frecuencia de aparición de 2 veces para seleccionar las palabras clave más significativas. De las 332 palabras clave iniciales, se obtienen un total de 36 palabras clave que cumplen con este criterio y serán analizadas en detalle.

Para garantizar la consistencia y coherencia de los grupos temáticos, se establece un tamaño mínimo de 5 palabras clave para formar un cluster. Basándonos en esta configuración, la red de co-ocurrencia resultante se presenta en la Figura 5. En esta figura, se puede observar la frecuencia con la que las palabras clave aparecen juntas en los textos analizados y cómo se agrupan en cuatro clusters identificados por los colores rojo, verde, azul y amarillo. Estos clusters se forman en función de la similitud entre las palabras clave, lo que nos permite identificar los temas de investigación relacionados con la IA y la educación que se abordan en los artículos analizados.

**Figura 5**  
*Mapa de co-ocurrencia de términos*



Fuente: elaboración propia a través de VOSviewer.

A continuación, se dará respuesta a las preguntas de investigación (RQ) planteadas en este estudio. En concreto, la pregunta RQ 1. ¿Qué enfoques o tendencias relevantes se han abordado en los estudios seleccionados durante este período?, se da respuesta en la Tabla 3 donde se indica un resumen de la red, las categorías temáticas creadas a partir de las palabras clave y las referencias asociadas a cada categoría temática (algunos artículos podrían clasificarse en más de un cluster, pero se ha considerado el área específica que trabaja el artículo).

**Tabla 3**  
Agrupaciones de Palabras-clave en función de la co-ocurrencia

Cluster	Categorías temáticas	Descripción del cluster	Palabras clave (frecuencia de aparición)	Referencias de la revisión sistemática
Cluster 1 (verde)	Integración de la IA para mejorar la educación	Representa la integración de la inteligencia artificial en el ámbito educativo con el objetivo de mejorar la experiencia educativa.	Artificial intelligence (25), Chatgpt (4), Generative AI (3), Digital technologies (2), Education computing (2), Foreign language learning (2), Sustainable development (2), Virtual reality (2).	[2], [4], [6], [7], [12], [13], [15], [16], [19], [20], [21], [23], [25], [26], [27], [29], [30], [32], [35], [36], [41], [43]
Cluster 2 (rojo)	Uso de tecnologías educativas en el proceso de enseñanza y aprendizaje	Representa aspectos relacionados con el uso de tecnologías digitales en el proceso de enseñanza y aprendizaje.	E-learning (6), Engineering education (6), Education (5), Big data (4), Collaborative learning (3), Computer aided instruction (3), Learning systems (3), Teaching (3), Bibliometric (2), Bibliometrics analysis (2), Online learning (2), Scopus database (2).	[3], [5], [9], [22], [28], [31], [37], [38], [40], [44]
Cluster 3 (amarillo)	Diseño e innovación pedagógica	Enfoque centrado en el aprendizaje y el diseño curricular para explorar cómo las tecnologías disruptivas pueden afectar y mejorar la educación en diferentes contextos.	Learning (5), Students (5), Curriculum (4), Design (2), Epidemic (2), Internet (2), IoT (2).	[1], [11], [14], [17], [24], [33]

Cluster	Categorías temáticas	Descripción del cluster	Palabras clave (frecuencia de aparición)	Referencias de la revisión sistemática
Cluster 4 (azul)	Educación Sostenible y Ética	Enfoque basado en la mejora de la educación considerando aspectos éticos y sostenibles en la enseñanza y la formación de profesionales.	Higher education (3), Medical education (3), Sustainability (3), Humans (2), Knowledge (2), Learning analytics (2), Medical student (2), Sustainable education (2).	[8], [10], [18], [34], [39], [42]

*Fuente:* elaboración propia.

La adaptación de la Rueda de la Pedagogía de Carrington a una Rueda de la Pedagogía para la IA se justifica a partir de los clusters temáticos identificados en el análisis. Estos clusters resaltan la importancia de la tecnología, la integración del conocimiento y la innovación en el campo de la educación.

A continuación, atendiendo a los clusters temáticos identificados en el análisis, se dará respuesta a la siguiente pregunta: RQ2. ¿Estos enfoques o tendencias sustentan la necesidad de adaptar la Rueda de la Pedagogía de Carrington a una nueva versión que integre la IA en el contexto educativo?

El primer cluster, se enfoca en la integración de la IA, por lo que abre oportunidades para explorar cómo esta tecnología innovadora puede optimizar la educación y mejorar la formación de los estudiantes en diversos niveles y contextos. Por ello, este cluster es clave para la adaptación de la rueda, ya que proporciona una base teórica para integrar la IA en su marco pedagógico. El segundo cluster se centra en la integración de tecnologías digitales en el ámbito educativo con el propósito de mejorar y enriquecer el proceso de enseñanza y aprendizaje. Este grupo de palabras clave abarca diversas áreas que tienen como denominador común el uso de tecnologías en el contexto educativo. La adaptación de la rueda a una versión para la IA implicaría integrar enfoques pedagógicos basados en tecnologías emergentes, fomentando la eficiencia, la personalización del aprendizaje, el uso responsable de los recursos tecnológicos y una sólida infraestructura digital para implementar la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje. El tercer cluster, Diseño e innovación pedagógica, destaca el valor de adaptar los enfoques educativos y currículos a las nuevas tecnologías y tendencias emergentes. La adaptación de la rueda integraría la IA y las tecnologías emergentes en el diseño e innovación pedagógica, con el propósito de desarrollar enfoques educativos más eficaces y actualizados con las últimas tendencias tecnológicas para mejorar las experiencias de enseñanza y aprendizaje. Por último, el cluster de Educación Sostenible y Ética, enfatiza sobre la

sostenibilidad y la ética en la formación. En este sentido la adaptación de la rueda con la inclusión de la IA resaltaría la importancia de considerar aspectos éticos y sostenibles en la educación por medio de enfoques reflexivos y metacognitivos que permitan reflexionar críticamente sobre el uso de la IA en educación.

En resumen, la adaptación de la Rueda de la Pedagogía para la IA se justifica porque estos clusters temáticos evidencian cómo la IA puede influir y transformar diferentes aspectos de la educación, desde el aprendizaje y la enseñanza hasta el diseño curricular. El resultado del análisis subraya la importancia de integrar la tecnología educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje, aprovechar el potencial de la IA para mejorar la educación, promover aspectos éticos y sostenibles en el uso de la IA y fomentar el diseño e innovación pedagógica. Esto permitirá desarrollar una visión más actualizada y pertinente de la pedagogía en la era de la IA y las tecnologías digitales.

### **Adaptación de la Rueda de la Pedagogía de Allan Carrington a la Rueda de la Pedagogía para la Inteligencia Artificial**

Como ya se ha mencionado, la Rueda de la Pedagogía de Allan Carrington no considera la IA como una tecnología que se puede integrar en la enseñanza y el aprendizaje. Por este motivo, la creación de una Rueda de la Pedagogía para la IA, como la propuesta de Allan Carrington en su modelo original, es necesaria porque permite la integración efectiva de la IA en el proceso de enseñanza y aprendizaje al proporcionar un marco pedagógico sólido y bien estructurado. De esta forma se daría respuesta a los clusters extraídos anteriormente y que reflejan la relevancia y necesidad de la integración de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En el caso de la Rueda de la Pedagogía para la IA, al igual que la original, se compone de varios anillos concéntricos que muestran cómo la IA puede ser integrada gradualmente en la enseñanza y el aprendizaje en diferentes niveles cognitivos y de integración tecnológica.

El anillo central presenta la Taxonomía de Bloom (Bloom y Krathwohl, 1956), una estructura jerárquica de seis niveles cognitivos que se utilizan para diseñar y clasificar objetivos de aprendizaje. Los niveles, en orden ascendente de complejidad, son: recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear.

La rueda de pedagogía para la IA que proponen los autores en este trabajo adapta los niveles de habilidades cognitivas de la taxonomía de Bloom a la IA, brindando así un enfoque estructurado y claro que permite a los docentes y los alumnos trabajar hacia objetivos de aprendizaje más avanzados y profundos. En esta línea, Lamerás y Arnab (2021) proponen una taxonomía de aplicaciones de IA en educación, que se asocia con la práctica de enseñanza y aprendizaje. Esta taxonomía se divide en cuatro categorías: (1) apoyo a la enseñanza y el aprendizaje, (2) evaluación y retroalimentación, (3) personalización del aprendizaje y (4) gestión del aula. No obstante, aunque no existe una taxonomía de Bloom adaptada específicamente a la

IA, los autores han optado por adaptar la taxonomía de Bloom y lograr una rueda de pedagogía para la IA con el mismo sustento teórico que tiene la Rueda de la Pedagogía de Carrington para que la adaptación sea lo más precisa posible.

En la Tabla 4, se muestran algunos ejemplos de cómo utilizar la taxonomía de Bloom como una guía, tanto para el proceso de enseñanza como para el proceso de aprendizaje por medio de actividades que integren la IA de manera efectiva.

**Tabla 4**  
*Taxonomía de Bloom para la Inteligencia Artificial*

	Descripción	Descripción aplicada a la IA	Ejemplos con IA
Niveles de habilidades cognitivas	<b>Recordar</b>	En este nivel, el estudiante debe ser capaz de recordar información previamente aprendida. Esto incluye la capacidad de reconocer y recuperar información, como datos, términos, eventos y conceptos.	En este nivel, la IA puede ayudar a los estudiantes a recordar información de forma más eficiente mediante el uso de sistemas de memoria y recuperación de información.  <i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar para crear sistemas de preguntas y respuestas que permitan a los estudiantes repasar conceptos y recordar información importante. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes utilizan herramientas de IA para hacer resúmenes automáticos de texto o crear mapas mentales que les ayuden a recordar información clave.
	<b>Comprender</b>	En este nivel, el estudiante debe ser capaz de comprender la información. Esto implica la capacidad de interpretar el significado de la información, hacer inferencias y explicar ideas con sus propias palabras.	En este nivel, la IA puede ayudar a los estudiantes a comprender conceptos más complejos al proporcionar ejemplos y analogías que sean fáciles de comprender.  <i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar para crear simulaciones o visualizaciones interactivas que ayuden a los estudiantes a entender conceptos complejos. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes utilizan herramientas de IA para traducir textos en otros idiomas o para obtener definiciones de palabras desconocidas.
	<b>Aplicar</b>	En este nivel, el estudiante debe ser capaz de aplicar la información previamente aprendida a situaciones nuevas o diferentes. Esto incluye la capacidad de utilizar el conocimiento adquirido para resolver problemas, realizar tareas y tomar decisiones.	En este nivel, la IA puede ayudar a los estudiantes a aplicar lo que han aprendido a situaciones del mundo real mediante el uso de simulaciones y escenarios virtuales.  <i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar para crear sistemas de recomendaciones personalizadas que sugieran actividades o ejercicios específicos para que los estudiantes apliquen lo que han aprendido. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes utilizan herramientas de IA para crear presentaciones multimedia o para diseñar proyectos creativos que apliquen los conceptos aprendidos.

	Descripción	Descripción aplicada a la IA	Ejemplos con IA
<b>Analizar</b>	En este nivel, el estudiante debe ser capaz de descomponer la información en sus componentes y examinar sus relaciones. Esto implica la capacidad de identificar patrones, detectar errores y evaluar la lógica.	En este nivel, la IA puede ayudar a los estudiantes a analizar información compleja de manera más eficiente, identificando patrones y relaciones en grandes conjuntos de datos.	<i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar para analizar datos de los estudiantes y proporcionar información detallada sobre su progreso, fortalezas y debilidades. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes utilizan herramientas de IA para analizar grandes conjuntos de datos o para identificar patrones en información compleja.
<b>Evaluar</b>	En este nivel, el estudiante debe ser capaz de hacer juicios y valoraciones críticas sobre la información. Esto implica la capacidad de comparar y contrastar, juzgar y evaluar la calidad de la información.	En este nivel, la IA puede ayudar a los estudiantes a evaluar su propio aprendizaje y progreso mediante el uso de sistemas de retroalimentación y evaluación.	<i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar para crear sistemas de evaluación automatizados que proporcionen retroalimentación instantánea a los estudiantes ya los docentes sobre el desempeño de los estudiantes. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes utilizan herramientas de IA para autoevaluarse y recibir retroalimentación sobre su propio desempeño.
<b>Crear</b>	En este nivel, el estudiante debe ser capaz de utilizar la información obtenida para crear algo nuevo. Esto implica la capacidad de generar nuevas ideas, diseñar soluciones creativas a problemas y crear productos únicos.	En este nivel, la IA puede ayudar a los estudiantes a crear contenido original mediante el uso de herramientas de generación de contenido.	<i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar para crear ambientes de aprendizaje inmersivos y personalizados que permitan a los estudiantes crear contenido original y expresar su creatividad. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes utilizan herramientas de IA para crear contenido multimedia o para desarrollar soluciones innovadoras a problemas complejos.

Fuente: elaboración propia.

El siguiente anillo representa el Modelo SAMR propuesto por Puentedura (2014). Se trata de un marco de referencia para la integración de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje, es decir, se centra en cómo la tecnología se utiliza en la enseñanza y aprendizaje, desde simples sustituciones hasta la redefinición de la forma en que se lleva a cabo el proceso educativo. Los grados, en orden ascendente de complejidad, son: Sustitución (Substitution), Ampliación (Augmentation), Modificación (Modification) y Redefinición (Redefinition).

Este modelo ofrece una guía para la integración tecnológica efectiva en el aula y la mejora de la calidad del aprendizaje utilizando estos cuatro niveles de integración tecnológica en la enseñanza y el aprendizaje (García-Utrera et al., 2014), algo que ha salido como tema relevante en los cuatro clusters del análisis de co-ocurrencia de palabras clave.

En cuanto a la IA, Lameras y Arnab (2021) utilizan este modelo como un marco para comprender cómo la IA puede ser utilizada en diferentes niveles para mejorar la educación. No obstante, este estudio va más allá al profundizar en este enfoque y presentar en la Tabla 5 una descripción detallada de los cinco niveles de integración, así como algunos ejemplos de cómo se puede utilizar el Modelo SAMR como guía para integrar la IA en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

**Tabla 5**  
*Modelo SAMR para la Inteligencia Artificial*

	Descripción	Descripción aplicada a la IA	Ejemplos con IA
Niveles de integración	<b>Sustitución</b>	En este nivel, la tecnología se utiliza como un sustituto directo de herramientas tradicionales sin ningún cambio en el proceso de enseñanza o aprendizaje. Es decir, se utiliza la tecnología simplemente para realizar la misma tarea que se hacía anteriormente de manera manual o con herramientas no digitales.	En este nivel, la IA se utiliza como un sustituto directo de una actividad sin cambios significativos en el proceso de enseñanza y aprendizaje.  <i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar por medio de chatbot para responder preguntas frecuentes de los estudiantes sobre el contenido del curso. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes utilizan herramientas de traducción de voz a texto para tomar notas durante las clases lo que reduce la necesidad de tomar notas y permite una mejor concentración en la clase.
	<b>Ampliación</b>	En este nivel, la tecnología comienza a mejorar las herramientas y procesos tradicionales mediante la sustitución de funciones adicionales que no se encuentran en herramientas no digitales. Esto permite a los estudiantes realizar tareas de manera más eficiente y efectiva.	En este nivel, la IA se utiliza para ampliar y mejorar la actividad existente en el proceso de enseñanza y aprendizaje.  <i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar en plataformas de enseñanza en línea con sistemas de recomendación personalizados, que sugiere recursos de aprendizaje adicionales basados en las necesidades de cada estudiante. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes utilizan una aplicación de IA que mejora la escritura gramatical a través de la revisión automática de sus ensayos.

	Descripción	Descripción aplicada a la IA	Ejemplos con IA
Niveles de integración	<b>Modificación</b>	En este nivel, la tecnología se utiliza para modificar significativamente el proceso de enseñanza y aprendizaje. Esto implica la reorganización de tareas y actividades de aprendizaje para que sean más efectivas utilizando tecnología.	En este nivel, La IA se utiliza para crear nuevas posibilidades y transformar la actividad en el proceso de enseñanza y aprendizaje.  <i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar en sistemas de análisis de datos y aprendizaje automático para identificar patrones de aprendizaje y adaptar la enseñanza para las necesidades individuales de cada estudiante. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes interactúan con chatbots basados en IA para mejorar su pronunciación y habilidades de conversación en un idioma extranjero.
	<b>Redefinición</b>	En este nivel, la tecnología transforma profundamente la forma en que se lleva a cabo el proceso de enseñanza y aprendizaje. La tecnología permite a los estudiantes crear, colaborar y compartir ideas de formas que no eran posibles anteriormente.	En este nivel, La IA se utiliza para modificar significativamente la actividad existente en el proceso de enseñanza y aprendizaje.  <i>Proceso de enseñanza:</i> La IA se puede utilizar en sistemas de aprendizaje automático para personalizar el plan de estudios de cada estudiante y adaptarlo según el progreso y las necesidades individuales. <i>Proceso de aprendizaje:</i> Los estudiantes utilizan una plataforma de aprendizaje adaptativo que ajusta automáticamente el nivel de dificultad del contenido según el rendimiento del estudiante.

Fuente: elaboración propia.

Con respecto a los anillos exteriores de la Rueda de la Pedagogía para la IA se muestran ejemplos de herramientas y aplicaciones de IA que se pueden utilizar en cada nivel cognitivo y de integración tecnológica de la IA. Esta propuesta de herramientas y aplicaciones de IA disponibles para cada nivel cognitivo son solamente una muestra y no representa una lista exhaustiva dado el creciente número de aplicaciones que están surgiendo en la actualidad.

Por último, la rueda de pedagogía para la IA propuesta incluye un anillo adicional que constituye una novedad: el nivel Reflexivo-Metacognitivo (aspecto abordado en el cuarto cluster: Educación Sostenible y Ética). La inclusión del nivel reflexivo-metacognitivo en la rueda es importante porque permite a los estudiantes y los docentes reflexionar críticamente sobre el uso del IA y cómo ésta afecta su aprendizaje y enseñanza. En lo que concierne al proceso de enseñanza, los docentes en este nivel

pueden evaluar cómo están integrando la tecnología en su enseñanza, reflexionar sobre el impacto que tiene en los estudiantes y hacer cambios si es necesario. Esto implica un enfoque reflexivo y metacognitivo más crítico y analítico de la tecnología y en concreto de la IA, en lugar de simplemente utilizarla como una herramienta.

Con respecto al proceso de aprendizaje, los estudiantes también pueden reflexionar críticamente sobre su uso y cómo está afectando a su aprendizaje. Pueden evaluar cómo están utilizando la IA para aprender, identificar qué es efectivo y qué no lo es, y hacer cambios en su enfoque de aprendizaje si es necesario. En este caso la reflexión se refiere al proceso a través del cual los estudiantes pueden evaluar y analizar críticamente su propio aprendizaje y la metacognición se refiere a la capacidad de los estudiantes para monitorear su propio aprendizaje y comprender las estrategias que usan para aprender. Ambas habilidades son esenciales para el éxito en el aprendizaje a lo largo de la vida, y son particularmente importantes en el contexto de una educación centrada en la IA.

En esta misma línea, hay varios estudios que justifican la necesidad de la reflexión y metacognición en el uso de la IA en educación. Luckin (2018) sostiene que la IA puede ser una herramienta valiosa para mejorar la educación, pero es importante reflexionar sobre cómo se utiliza y qué impacto tiene en los estudiantes y en el aprendizaje en general. De esta forma, destaca la importancia de reflexionar sobre cómo la IA puede ser utilizada de manera efectiva en la educación, y cómo puede ser combinada con la inteligencia humana para mejorar el aprendizaje.

Además, Selwyn (2019) destaca la importancia de que los docentes consideren cuidadosamente cómo se integra la IA en el aula y cómo se pueden utilizar para mejorar el aprendizaje de los estudiantes y reflexionen sobre los posibles efectos de la IA en la enseñanza y la relación entre los humanos y las máquinas en el aula. Siemens y Baker (2012) analizan cómo la IA y la minería de datos pueden ser utilizadas en la educación y cómo es importante reflexionar sobre las implicaciones éticas y pedagógicas de su uso. En este sentido, la reflexión sobre el uso de la IA en el análisis de datos educativos y la colaboración entre los actores implicados puede contribuir a una utilización más efectiva y responsable de la tecnología en la educación.

En lo que concierne a la metacognición, según Cerchiaro et al. (2021) ésta se refiere “al conocimiento que una persona tiene sobre sus propios procesos y productos cognitivos, así como al monitoreo y regulación de estos procesos en función del logro de un objetivo o meta” (p. 3). Otra perspectiva es la que ofrece Porayska-Pomsta (2016) quien señala la utilización de la IA como una metodología para apoyar la praxis educativa y la metacognición del profesorado dado que proporciona retroalimentación personalizada, adaptativa y en tiempo real a los estudiantes, y ayuda a los profesores a reflexionar sobre su práctica pedagógica y tomar decisiones informadas.

No obstante, la propuesta de inclusión de este nivel reflexivo-metacognitivo hace referencia más a la ética y responsabilidad en el uso de la IA, donde los educadores pueden discutir estos problemas con los estudiantes y fomentar el uso responsable y

ético de la IA. De esta forma la IA permite que los docentes diseñen e implementen estrategias pedagógicas que fomenten la reflexión y la metacognición en sus estudiantes como competencias claves para el aprendizaje del futuro.

Por tanto, incorporar este nivel reflexivo-metacognitivo en la rueda permite identificar áreas de mejora y oportunidades para mejorar la integración de la IA en el proceso educativo, asegurando que la tecnología se utilice de manera efectiva y responsable.

En la Figura 6, se muestra la Rueda de la Pedagogía para la IA combinando también la Taxonomía de Bloom y el Modelo SAMR, más el anillo reflexivo-metacognitivo que facilita la selección de herramientas y estrategias tecnológicas de IA adecuadas para cada nivel de habilidad cognitiva y de integración tecnológica de IA.

**Figura 6**  
Rueda de la Pedagogía para la IA

**LA RUEDA PEDAGÓGICA IA V 1.0**

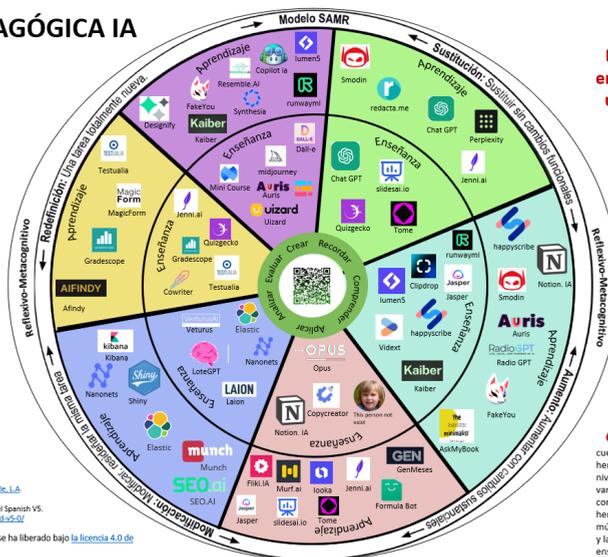
La taxonomía de Bloom es un marco para clasificar objetivos educativos en diferentes niveles cognitivos, desde la memorización hasta la creación. Por otro lado, el modelo SAMR se utiliza para evaluar el nivel de integración de la tecnología en la enseñanza y el aprendizaje, desde la sustitución hasta la redefinición.

Al combinar estas dos herramientas con la inteligencia artificial, puede utilizar la tecnología para apoyar los diferentes niveles cognitivos y de integración de la tecnología. Por ejemplo, puede utilizar herramientas de reconocimiento de voz para que los estudiantes puedan practicar la expresión oral en un nivel de comprensión y aplicación, o utilizar herramientas de traducción automática para mejorar la comprensión lectora en un nivel de análisis y síntesis.

En resumen, la combinación de la taxonomía de Bloom, el modelo SAMR y las herramientas de inteligencia artificial puede ser una forma efectiva de diseñar experiencias de aprendizaje más ricas y significativas para los estudiantes.

Realizado por Jiménez-García, E., Orenes, N., López-Fraile, L. A.  
Adaptado por Carrington, A. (2016). The Pedagogy Wheel Spanish V5.  
<https://www.teachmeanings.com/2016/05/20/the-pedagogy-wheel-spanish-v5/>

La Rueda Pedagógica IA se ha liberado bajo la licencia 4.0 de Creative Commons.



Descargar la rueda con enlaces activos para cada una de las aplicaciones



Es importante tener en cuenta que la clasificación de las herramientas de inteligencia artificial en los niveles de la taxonomía de Bloom puede variar según su uso específico y su nivel de complejidad. Además, es posible que algunas herramientas se puedan clasificar en múltiples niveles, dependiendo del contexto y la forma en que se utilicen en el proceso de enseñanza aprendizaje.

Fuente: elaboración propia adaptado de Carrington (2016).

(Enlace para descargar la rueda con enlaces activos para cada una de las aplicaciones)

Es importante tener en cuenta que estos son solo algunos ejemplos de herramientas y aplicaciones de IA que se pueden utilizar en cada nivel cognitivo y de integración, y que existen muchas otras herramientas y aplicaciones disponibles que pueden ser adaptadas y modificadas según las necesidades y objetivos específicos de la actividad de aprendizaje y según el nivel de habilidad y conocimiento de los estudiantes en relación con la IA.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La relación entre la IA y la educación es un tema que ha ganado cada vez más atención en los últimos años debido al gran potencial que ofrece para mejorar la calidad y la eficacia del aprendizaje. En la revisión sistemática de los 43 artículos se ha evidenciado la tendencia al aumento en la investigación sobre la IA en educación. En concreto, el hecho de que el año 2023 ya tenga un porcentaje significativo de artículos, a pesar de que aún no haya concluido, resalta la posibilidad de que la investigación en este campo continúe en aumento y por tanto refleja la importancia y la relevancia del tema.

Además, con respecto a los autores con mayor número de contribuciones (Järvelä, Sanna; Oyelere, Solomon Sunday; Prahani, Binar Kurnia y Suprpto, Nadi) y la diversidad geográfica de los países de origen de estos autores (Indonesia, Finlandia y Suecia) muestra la naturaleza internacional y globalizada de la investigación en este campo.

Por otro lado, centrandó la atención en la integración de la IA en el campo educativo, Pedro et al. (2019) exploraron esta relación en su estudio y resaltaron las oportunidades y desafíos que surgen al implementar la IA en el ámbito educativo para lograr el desarrollo sostenible. La personalización del aprendizaje es una de las principales oportunidades que ofrece la IA, ya que se adapta al contenido educativo a las necesidades específicas de cada estudiante, identifica tempranamente las dificultades en el aprendizaje y brinda retroalimentación personalizada. Bhutoria (2022) encontró resultados similares, donde la IA es capaz de atender a los requisitos y hábitos de aprendizaje de los estudiantes, así como optimizar las trayectorias de aprendizaje.

Sin embargo, es importante destacar que los docentes deben ser considerados como un componente fundamental en la planificación y ejecución de la educación personalizada con IA. La participación activa de los profesores en este proceso es esencial para garantizar que se cumplan los objetivos de aprendizaje y se respeten las necesidades de los estudiantes. Además, como ya se ha comentado, esta rueda puede ser una herramienta de apoyo para los docentes, pero es importante que éstos estén formados para utilizar la IA de manera adecuada, para comprender sus limitaciones y aprovechar al máximo estas tecnologías emergentes (Salas-Pilco et al., 2022).

En este sentido la integración de la IA en la educación debe ser cuidadosa, y debe ser parte de un enfoque más amplio y equilibrado que combine la tecnología con la pedagogía y la experiencia docente. Lamerás y Arnab (2021), así como Cope et al. (2021) enfatizan que la IA debe ser utilizada como una herramienta para apoyar y mejorar el proceso de enseñanza y aprendizaje, en lugar de reemplazar completamente a los profesores o automatizar por completo el proceso educativo. Por ello, es importante comprender que la IA no puede sustituir la relación humana que se establece entre profesor y estudiante, la cual es fundamental para el éxito del aprendizaje.

En línea con esta idea, los clusters identificados en el análisis temático (1. Integración de la IA para mejorar la educación, 2. Uso de tecnologías educativa en el proceso de enseñanza y aprendizaje, 3. Diseño e innovación pedagógica y 4. Educación Sostenible y Ética) revelan las áreas clave en las que la IA puede tener un impacto significativo en la educación. Por lo que, adaptar la Rueda de la Pedagogía para la IA atendiendo a estos clusters, proporciona un marco actualizado y relevante que permite a los educadores considerar de manera efectiva cómo aprovechar las capacidades de la IA en la planificación curricular, la metodología de enseñanza, la evaluación y otros aspectos clave del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Además, una de las aportaciones llevadas a cabo ha sido la inclusión de un nuevo anillo exterior en la Rueda de la Pedagogía para la IA: nivel Reflexivo-Metacognitivo. La inclusión de dicho nivel podría ser un paso importante para garantizar el uso efectivo y responsable de la IA en la educación. Esto se debe a la necesidad de comprender el papel crucial que juegan la reflexión y la metacognición en el proceso educativo. Autores como Bostrom (2014) enfatizan en la importancia de reflexionar sobre los impactos potenciales de la IA en la sociedad y en la necesidad de desarrollar estrategias para asegurar que estos impactos sean positivos. En este sentido, aborda los posibles riesgos y beneficios de la IA y cómo su desarrollo debe ser manejado con precaución y reflexión. Drigas et al. (2023) proponen un modelo de meta-aprendizaje que integra la metacognición y las tecnologías inteligentes para mejorar los resultados del aprendizaje. El modelo consta de nueve capas, entre las que destaca la capa de metacognición referida a la capacidad del estudiante para reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje. Por lo tanto, es esencial que los estudiantes aprendan a reflexionar sobre su propio proceso de aprendizaje y a desarrollar estrategias metacognitivas efectivas para mejorar su aprendizaje, especialmente en situaciones en las que se utilizan herramientas tecnológicas como la IA.

Por todo lo anterior, la adaptación de esta rueda se ve necesaria porque los autores quieren garantizar el uso pedagógico de la IA en el contexto educativo. No obstante, es importante destacar que la IA presenta limitaciones y desventajas que deben ser consideradas. Si bien esta tecnología puede mejorar la eficiencia y precisión en distintas áreas, su uso inadecuado puede tener efectos negativos en la sociedad. En el ámbito educativo, se deben abordar desafíos éticos, morales y de privacidad al manejar datos personales, como señalan Renz y Vladova (2021) y Yuskovych-Zhukovska et al. (2022). Por ello, es fundamental establecer políticas claras y medidas de protección para evitar cualquier discriminación o perjuicio a los estudiantes. De esta manera, se pueden aprovechar los beneficios potenciales de la IA en la educación sin comprometer la privacidad y ética. Además, es crucial que los estudiantes y docentes desarrollen competencias para la era de la IA, tal como destaca la UNESCO (2021). Esto implica comprender los aspectos éticos y sociales de la IA, como la privacidad y seguridad de los datos, y el impacto que puede tener en la sociedad (Arrieta et al., 2020).

En consecuencia, es fundamental que en el ámbito educativo se aplique la IA de manera responsable y ética, ya que esta herramienta tiene un impacto directo en el desarrollo y la formación de los estudiantes. Por este motivo, es crucial contar con un marco teórico con respaldo pedagógico que permita a los docentes y estudiantes comprender el alcance y las limitaciones de la IA, así como adquirir habilidades críticas que les permitan evaluar la precisión y la confiabilidad de los resultados que ofrece.

En este sentido, la propuesta expuesta en este trabajo se presenta como una herramienta valiosa para el ámbito educativo. Cabe destacar que la inclusión de la Rueda de la Pedagogía para la IA en este marco teórico es particularmente relevante, ya que esta herramienta se enfoca en una integración efectiva de la tecnología y la pedagogía. Al hacerlo, se busca garantizar que los métodos de enseñanza y aprendizaje sean apropiados para el contexto específico en el que se utiliza la IA.

Finalmente, cabe resaltar que la rueda pedagógica de la IA es una primera aproximación para la adecuada integración de esta tecnología en la era de la IA. Sin embargo, hay que tener en cuenta que debido a las constantes y numerosas aplicaciones de IA que están surgiendo, esta rueda debe ser actualizada regularmente para seguir siendo relevante y útil.

## REFERENCIAS

- Akgun, S. y Greenhow, C. (2022). Artificial intelligence in education: Addressing ethical challenges in K-12 settings. *AI and Ethics*, 2(4), 431-440. <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00096-7>
- Arrieta, A. B., Díaz-Rodríguez, N., Del Ser, J., Bennetot, A., Tabik, S., Barbado, A., García, S., Gil-Lopez, S., Molina, D., Benjamins, R., Chatila, R. y Herrera, F. (2020). Explainable Artificial Intelligence (XAI): concepts, taxonomies, opportunities and challenges toward responsible AI. *Information Fusion*, 58, 82-115. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2019.12.012>
- Baidoo-Anu, D. y Owusu Ansah, L. (2023). Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning. Available at SSRN 4337484. <https://doi.org/10.2139/ssrn.4337484>
- Bhutoria, A. (2022). Personalized education and artificial intelligence in United States, China, and India: A systematic Review using a Human-In-The-Loop model. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3, 1-18. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100068>
- Bloom, B. y Krathwohl, D. (1956) *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals, by a committee of college and university examiners. Handbook I: Cognitive Domain*. Longmans. <https://doi.org/10.1086/459563>
- Bostrom, N. (2014). *Superintelligence: Paths, Dangers, Strategies*. Oxford University Press.
- Carrington, A. (2015). The Pedagogy wheel—it's not about the apps, it's about the pedagogy. *TeachThought*. <https://www.teachthought.com/technology/the-pedagogy-wheel/>
- Carrington, A. (2016). Professional development: The pedagogy wheel: It is not about the apps, it is about the pedagogy.

- Education Technology Solutions*. <https://educationtechnologysolutions.com/2016/06/padagogy-wheel/>
- Carrington, A. (2017). La rueda de la Pedagogía. *Recursos educativos de la CED*. <https://ced.enallt.unam.mx/blogs/recursosced/recursos-de-interes/la-rueda-de-la-pedagogia-1/>
- Castaneda, A. U. (2023). Un viaje hacia la inteligencia artificial en la educación. *Realidad y Reflexión*, (56), 121-136. <https://doi.org/10.5377/ryr.v1i56.15776>
- Celik, I. (2023). Towards Intelligent-TPACK: An empirical study on teachers' professional knowledge to ethically integrate artificial intelligence (AI)-based tools into education. *Computers in Human Behavior*, 138, 107468. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2022.107468>
- Cerchiaro C. E., Barras Rodríguez, R. A., Curiel Gómez, B. N. y Bustamante Meza, L. Y. (2021). Metacognición y resolución de problemas en niños escolarizados. *European Journal of Education and Psychology*, 14(2), 1-23. <https://doi.org/10.32457/ejep.v14i2.1570>
- Chen, L., Chen, P. y Lin, Z. (2020). Artificial intelligence in education: A review. *IEEE Access*, 8, 75264-75278. <https://doi.org/10.1109/access.2020.2988510>
- Cooper, G. (2023). Examining science education in ChatGPT: An exploratory study of generative artificial intelligence. *Journal of Science Education and Technology*, 32, 444-452. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10039-y>
- Cope, B., Kalantzis, M. y Searsmith, D. (2021). Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies. *Educational Philosophy and Theory*, 53(12), 1229-1245. <https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1728732>
- Drigas, A., Mitsea, E. y Skianis, C. (2023). Meta-Learning: A Nine-Layer Model Based on Metacognition and Smart Technologies. *Sustainability*, 15(2), 1668. <https://doi.org/10.3390/su15021668>
- Duha, M. S. U. (2023). ChatGPT in Education: An Opportunity or a Challenge for the Future? *TechTrends*, 1-2. <https://doi.org/10.1007/s11528-023-00844-y>
- García-Utrera, L., Figueroa-Rodríguez, S. y Esquivel-Gómez, I. (2014). Modelo de Sustitución, Aumento, Modificación, y Redefinición (SAMR): Fundamentos y aplicaciones. En I. Esquivel-Gómez (Coord.), *Los Modelos Tecno-Educativos: Revolucionando el aprendizaje del siglo XXI* (pp. 205-220). DSAE-Universidad Veracruzana. [https://www.researchgate.net/publication/273754983\\_Modelo\\_de\\_Sustitucion\\_Aumento\\_Modificacion\\_y\\_Redefinicion\\_SAMR\\_Fundamentos\\_y\\_aplicaciones](https://www.researchgate.net/publication/273754983_Modelo_de_Sustitucion_Aumento_Modificacion_y_Redefinicion_SAMR_Fundamentos_y_aplicaciones)
- Huang, J., Shen, G. y Ren, X. (2021). Connotation analysis and paradigm shift of teaching design under artificial intelligence technology. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16(5), 73-86. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i05.20287>
- Lameras, P. y Arnab, S. (2021). Power to the teachers: an exploratory review on artificial intelligence in education. *Information*, 13(1), 14. <https://doi.org/10.3390/info13010014>
- Luckin, R. (2018). *Machine Learning and Human Intelligence: The Future of Education for the 21st Century*. UCL Press.
- Matta, J., Salakas, B., Salerno, G. y Sultana, E. (2016). Will using an iTunes U course with the Pedagogy Wheel result in effective individualised learning? *Australian Educational Leader*, 38(2), 44-49.
- Pedro, F., Subosa, M., Rivas, A. y Valverde, P. (2019). Artificial intelligence in education: Challenges and opportunities for sustainable development. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1), 1-15. <https://doi.org/10.21125/inted.2020.0644>

- Porayska-Pomsta, K. (2016). AI as a methodology for supporting educational praxis and teacher metacognition. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 26, 679-700. <https://doi.org/10.1007/s40593-016-0101-4>
- Puentedura, R. R. (2014). *SAMR and TPCK: A hands-on approach to classroom practice*. [http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/12/11/SAMRandTPCK\\_HandsOnApproachClassroomPractice.pdf](http://www.hippasus.com/rrpweblog/archives/2014/12/11/SAMRandTPCK_HandsOnApproachClassroomPractice.pdf)
- Renz, A. y Vladova, G. (2021). Reinventing the discourse on human-centered artificial intelligence in educational technologies. *Technology Innovation Management Review*, 11(5). [https://timreview.ca/sites/default/files/article\\_PDF/TIMReview\\_2021\\_May%20-%201\\_1.pdf](https://timreview.ca/sites/default/files/article_PDF/TIMReview_2021_May%20-%201_1.pdf)
- Salas-Pilco, S. Z., Xiao, K. y Hu, X. (2022). Artificial intelligence and learning analytics in teacher education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(8), 569. <https://doi.org/10.3390/educsci12080569>
- Selwyn, N. (2019). *Should Robots Replace Teachers? AI and the Future of Education*. Polity Press. <https://doi.org/10.1109/icac353642.2021.9697300>
- Siemens, G. y Baker, R. S. (29 de abril – 2 de mayo, 2012). *Learning analytics and educational data mining: Towards communication and collaboration* [Resumen de conferencia]. Proceedings of the 2nd International Conference on Learning Analytics and Knowledge. Nueva York, NY, EE. UU. ACM. <https://doi.org/10.1145/2330601.2330664>
- Skavronskaya, L., Hadinejad, A. y Cotterell, D. (2023). Reversing the threat of artificial intelligence to opportunity: a discussion of ChatGPT in tourism education. *Journal of Teaching in Travel & Tourism*, 23(2) 253-258. <https://doi.org/10.1080/15313220.2023.2196658>
- UNESCO. (2021). *International Forum on AI and the futures of education developing competencies for the AI era*. United Nations Educational, Scientific and Cultural. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000377251>
- Wiley, D. (2023). AI, instructional design, and OER. *Improving learning*. <https://opencontent.org/blog/archives/7129>
- Yuskovych-Zhukovska, V., Poplavska, T., Diachenko, O., Mishenina, T., Topolnyk, Y. y Gurevych, R. (2022). Aplicación de la Inteligencia Artificial en la Educación. Problemas y Oportunidades para el Desarrollo Sostenible. *CEREBRO. Investigación amplia en inteligencia artificial y neurociencia*, 13 (1Sup1), 339-356. <https://doi.org/10.18662/brain/13.1Sup1/322>
- Zhang, Z., Zhang, J. y Cai, M. (31 de julio-2 de agosto, 2018). *The Design and Practice of the Flipped Classroom Teaching Model Based on the Pedagogy Wheel* [Presentación en conferencia]. 2018 International Symposium on Educational Technology (ISET), Osaka, Japan. <https://doi.org/10.1109/ISET.2018.00028>

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 19 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 31 de agosto de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 21 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024



# Explorando la singularidad en la educación superior: innovar para adaptarse a un futuro incierto

## Exploring singularity in higher education: innovating to adapt to an uncertain future



- Pablo Lara-Navarra - *Universitat Oberta de Catalunya (España)*
- Jordi Sánchez-Navarro - *Universitat Oberta de Catalunya (España)*
- Àngels Fitó-Bertran - *Universitat Oberta de Catalunya (España)*
- Jose López-Ruiz - *Universitat Oberta de Catalunya (España)*
- Cris Girona - *Universitat Oberta de Catalunya (España)*

### RESUMEN

Esta investigación presenta un modelo de análisis diseñado para detectar, organizar y clasificar la singularidad en la educación superior basado en estudios de futurización. Para ello, se recopilan evidencias con el fin de identificar rasgos diferenciales en el campo educativo, lo que permite a las universidades tomar decisiones estratégicas en entornos complejos. El estudio se fundamenta en técnicas de análisis respaldadas por investigaciones futurísticas para identificar tendencias y organizaciones innovadoras en diversos contextos educativos. Estas singularidades se clasifican y organizan mediante una propuesta metodológica mixta que combina investigación confirmatoria y la recopilación de datos cualitativos y cuantitativos. Los resultados del estudio proporcionan una visión de 55 organizaciones de educación superior con características singulares, destacando aspectos importantes de cada una de ellas. Además, se valida la utilidad del instrumento desarrollado como una herramienta crucial que permite a las universidades revisar y adaptar constantemente sus prácticas educativas, manteniéndolas actualizadas y respondiendo a los avances sociales y tecnológicos en un mundo en constante cambio. Asimismo, la investigación busca fomentar un debate sobre el papel futuro de las universidades como actores en una sociedad dinámica, compleja e incierta. Esto resalta la importancia de que las universidades estén preparadas para enfrentar los desafíos y aprovechar las oportunidades que surgen en este contexto cambiante.

**Palabras clave:** análisis de tendencia; innovación pedagógica; enseñanza superior; tecnología de la educación; estudios de futurización.

### ABSTRACT

This research presents an analytical model designed to detect, organize, and classify singularity in higher education based on futures studies. To achieve this, evidence is gathered to identify distinctive features in the educational field, empowering universities to make strategic decisions in complex environments worldwide. The study is grounded in analytical techniques supported by future research, aiming to identify trends and innovative organizations in various global educational contexts. These singularities are categorized and organized using a mixed methodological approach that combines confirmatory research with the collection of qualitative and quantitative data. The study's findings offer insights into 55 higher education organizations with unique characteristics, emphasizing critical aspects of each. Furthermore, the utility of the developed instrument is validated as a pivotal tool enabling universities to continually review and adapt their educational practices, keeping them current and responsive to social and technological advancements in our ever-changing world. Additionally, the research seeks to stimulate a discussion about the future role of universities as influential entities in a dynamic, complex, and uncertain society. This underscores the vital importance of universities being well-prepared to confront challenges and seize opportunities emerging in this evolving context, ultimately contributing to their sustained relevance and effectiveness in the continuously changing educational landscape.

**Keywords:** comparative analysis; trend; educational innovation; higher education; future studies.

## INTRODUCCIÓN

En un mundo caracterizado por su complejidad, dinamismo e incertidumbre, adquiere una relevancia fundamental que las instituciones universitarias lleven a cabo una revisión constante de sus prácticas educativas, con el propósito de mantenerse actualizadas y ajustarse a los cambios y evoluciones de la sociedad (Guàrdia et al., 2016, 2021; Manetti et al., 2022a, 2022b). Además, en este contexto, las instituciones de educación superior deben promover entornos que aborden de manera efectiva los desafíos que plantea la sociedad actual, siempre enfocadas en la mejora de un ecosistema universitario que se encuentra ante un futuro caracterizado por más incógnitas que certezas (Baig et al., 2023). Con este propósito en mente, las universidades se ven en la necesidad de comprender la amplitud e impacto de los cambios para crear espacios distintivos y transformadores con el potencial de revolucionar los sistemas educativos (Patterson et al., 2022). En este marco, el presente estudio plantea la consecución de dicho objetivo mediante la exploración del concepto de “singularidad educativa”, que se erige como un marco conceptual para analizar los factores que convierten a una institución educativa en un proyecto diferenciado. Asimismo, es imperativo reconocer que las características que definen la singularización pueden manifestarse de diversas maneras y trascender el modelo pedagógico tradicional de las instituciones, lo que nos conduce a la imperiosa necesidad de desarrollar nuevos enfoques analíticos en el ámbito educativo (Cai, 2017; Ramírez-Montoya et al., 2022).

Partiendo de esta base, el propósito fundamental de la presente investigación radica en establecer un marco de estudio destinado a caracterizar el concepto de singularidad en el ámbito educativo. El sustento teórico de este estudio se encuentra anclado en el trabajo seminal de Wenham (1987) titulado “Singular Problems in Science and Science Education”. Para lograr este cometido, se plantea un modelo de análisis que se orienta hacia la identificación, organización y clasificación de la singularidad educativa, y se apoya en las investigaciones previas de Wenham (1987) y Andriushchenko et al. (2020). El objetivo final de esta indagación es proporcionar a las instituciones universitarias un conjunto de herramientas innovadoras que les faculten para enfrentar y adaptarse a los desafíos del cambio. Este enfoque se fundamenta en la premisa de que la capacidad de identificar la singularidad educativa se erige como un elemento esencial para mejorar la adaptabilidad de dichas instituciones frente a las dinámicas evoluciones en los ámbitos social, cultural, demográfico, económico, tecnológico y de mercado (Manetti et al., 2022a) y, en última instancia, para fortalecer su capacidad de respuesta ante dichos cambios (Gros y Lara, 2009).

La propuesta de esta investigación consiste en definir y delimitar la singularidad en el campo de la educación, como un punto de inflexión en la forma en que se realiza y se organiza la educación superior. Así, el estudio se enfoca en la recopilación de evidencias que ayuden a detectar rasgos diferenciales en el universo de la educación

superior, con el fin último de que las universidades puedan tomar decisiones estratégicas para dar respuestas en los entornos complejos en los que operan. Nuestra investigación se sustenta en los estudios sobre el futuro (Decoufle, 1974; Godet, 2001; Mojica, 2005; Brown y Kuratko, 2015; Kuosa, 2010, 2016; Berenskoetter, 2011; Ito y Howe, 2016), combinados con bases teóricas y metodológicas del análisis conceptual (Meyer y Mackintosh, 1994) para establecer un instrumento de clasificación y organización de la singularidad educativa. En suma, planteamos explorar las tendencias en la educación superior como espacio de generación de innovación para resolver desafíos frente al nuevo e incierto escenario global (Guàrdia et al., 2016; Manetti et al., 2022a).

El propósito primordial de este estudio es, por tanto, detectar tendencias en el sistema educativo superior que permitan la identificación de instituciones con prácticas distintivas, aquellas que pueden ser consideradas singulares. Los resultados obtenidos proporcionarán una visión enriquecedora de aquellas universidades que se destacan por sus características únicas, contribuyendo a destacar aspectos sobresalientes en cada una de ellas. Adicionalmente, se persigue la meta de fomentar un debate acerca del futuro de las universidades como instituciones fundamentales en el apoyo a una sociedad caracterizada por su dinamismo, complejidad e incertidumbre.

## METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación se propone definir y delimitar el concepto de singularidad como un elemento distintivo y motor de cambio en el contexto de la educación superior. El enfoque metodológico propuesto se basa en la utilización de una metodología mixta que combina la investigación confirmatoria con la recopilación de datos cualitativos. Este método se fundamenta en un análisis respaldado por estudios prospectivos con el fin de detectar tendencias que conduzcan a la identificación de instituciones innovadoras en diversos contextos educativos (Gough, 1990; Hicks, 2012; Hicks y Slaughter, 1998; Toffler, 1974). Partimos de la premisa de que la prospectiva es un proceso que emplea herramientas analíticas para identificar tendencias y establecer posibles escenarios futuros (Manetti et al., 2022b).

En el ámbito de la educación superior, las metodologías de futurización se asocian comúnmente con cambios radicales o reformas sustanciales en áreas como el trabajo académico, el currículo, la enseñanza, el aprendizaje y la tecnología (Cai, 2017). La literatura científica respalda la sólida conexión entre los conceptos de futurización y educación (Menéndez et al., 2022), demostrando que las metodologías orientadas a la definición de escenarios futuros poseen el potencial de transformar profundamente la educación (Bodinet, 2016; Gee y Esteban-Guitar, 2019; Hicks, 2012). De esta manera, se establece una asociación clara y robusta entre los métodos prospectivos y conceptos como “educación”, “aprendizaje”, “programas formativos”,

“currículum”, “alfabetización” y “pedagogía”, junto con otros términos como “centros”, “universidad”, “profesores” o “estudiantes” (Menéndez et al., 2022).

A continuación, se describen los pasos propuestos para el desarrollo de la investigación:

- Identificación de temas o conceptos clave relacionados con las tendencias y prácticas innovadoras en la educación superior.
- Realización de una revisión bibliográfica exhaustiva de estudios que abordan dichos temas o conceptos.
- Selección de una muestra representativa de estudios para el análisis cualitativo, basándonos en criterios preestablecidos, como la calidad de la investigación, la relevancia de los resultados y la diversidad de las fuentes.
- Extracción de datos cualitativos relevantes de los estudios seleccionados mediante la codificación y categorización de la información recopilada.
- Análisis de los datos cualitativos utilizando técnicas de análisis temático y/o análisis de contenido, con el fin de identificar patrones, tendencias y relaciones entre los conceptos clave.
- Desarrollo de una rúbrica basada en los resultados del análisis cualitativo.
- Diseño de entrevistas con expertos, para complementar y/o validar los resultados del análisis cualitativo.
- Presentación de los resultados del análisis.
- Discusión y conclusiones de las implicaciones para la educación superior.

En resumen, este proceso de investigación sigue una serie de pasos secuenciales, cada uno con un objetivo específico. La investigación busca, en síntesis, detectar tendencias que estén relacionadas con prácticas singulares en la educación superior, con el propósito de analizar posteriormente en profundidad las instituciones educativas. En este contexto, se plantean las siguientes preguntas de investigación, las cuales, en conjunto, exploran cómo detectar tendencias, identificar instituciones singulares y determinar el grado de singularidad de una universidad:

PI.1. ¿Cómo se pueden identificar las tendencias en la educación superior?

PI.2. ¿Es factible descubrir nuevos modelos de educación superior a partir de las tendencias identificadas?

PI.3. ¿Cómo se pueden organizar y clasificar las instituciones de educación superior con características diferenciadoras?

PI.4. ¿Cómo se puede establecer el grado de singularidad de una universidad?

Responder a estas preguntas nos permitirá validar un enfoque riguroso y sistemático para explorar la singularidad, la futurización, y la educación superior, con el objetivo de ofrecer un sistema para la organización y clasificación de prácticas diferenciales en las instituciones de educación superior.

## RESULTADOS

La investigación se inicia con la identificación de temas y conceptos clave relacionados con las tendencias en la educación superior, poniendo especial énfasis en la búsqueda de prácticas singulares en educación, a partir de la revisión de la producción bibliográfica en el periodo 2015-2020. La indagación se realiza en la base de datos ERIC, con las siguientes ecuaciones de búsqueda: “Educación Superior AND Prácticas innovadoras AND Informes de investigación”, que nos ofrece 107 documentos en el periodo mencionado; “Educación Superior AND Prácticas innovadoras AND Informes descriptivos”, que arroja un resultado de 49 documentos; “Educación Superior AND Tendencias AND Tecnología AND Informes de investigación”, con un total de 170 trabajos; “Educación Superior AND Tendencias AND Tecnología AND Informes descriptivos” que nos proporciona 64 documentos. El cuerpo documental se completa con búsquedas en Google Scholar, cuya validez para este tipo de enfoques de investigación ha sido mostrada, tanto en términos de cobertura para revisiones sistemáticas (Gehanno et al., 2013), como en términos académicos de precisión, autoridad, objetividad, actualidad, inclusión y relevancia (Howland et al., 2009).

Para almacenar, compartir archivos y crear anotaciones en la fase de análisis documental se utiliza el sistema de gestión de referencias Mendeley. A continuación, se realiza una selección de una muestra representativa de estudios para el análisis cualitativo. En la etapa de cribado se eliminan documentos duplicados y se establecen criterios de selección, como el hecho de que los informes cuenten con participantes de varios países o instituciones, contengan metaanálisis y ofrezcan muestras amplias respecto a estudios de casos concretos. Una vez identificados los temas más destacados se establece que las tendencias clave son aquellas que aparecen en más de dos fuentes. Cabe señalar en este punto que nuestra propuesta se centra en estudiar las instituciones vinculadas a las tendencias, más que profundizar en las tendencias.

Durante el proceso de extracción de datos se codifica y categoriza la información recogida, empleando técnicas de análisis de contenido, con el fin de identificar tendencias en el sistema educativo superior, que nos ayudan a detectar instituciones con prácticas que sean susceptibles de ser consideradas singulares. En el transcurso de la indagación se identifican 25 tendencias (Tabla 1) vinculadas con 110 instituciones de Europa, Estados Unidos, Canadá y Australia, además de organizaciones de carácter supraterritorial. En el proceso de análisis se observa que varias universidades mencionadas en los documentos de referencia son consideradas instituciones inspiradoras para otros centros, lo cual nos conduce a redimensionar el universo de universidades a 55 centros que terceros consideran líderes competitivos en el sistema universitario mundial (Tabla 2).

**Tabla 1**  
*Tendencias en educación superior detectadas*

Aprendizaje autorregulado	Aprendizaje basado en la indagación	Aprendizaje basado en proyectos y problemas (ABPP)	Aprendizaje rizomático	Autenticidad
Comunidad de interés y práctica	Educación orientada a competencias	Enfoque de aprendizaje metacognitivo	Entorno de aprendizaje inteligente	Entorno personal de aprendizaje
E-portfolio	Gamificación	Insignias digitales	Inteligencia artificial	Internet de las cosas
Juegos serios	Modularidad	Movilidad virtual	Mundos virtuales	Portabilidad de datos
Realidad aumentada	Realidad virtual	Reconocimiento del aprendizaje abierto y no formal	Redes sociales para la educación	Robótica aplicada a la educación

*Fuente:* elaboración propia.

Una vez identificadas las tendencias, se extraen las instituciones vinculadas a éstas, y se inicia la etapa de investigación para desarrollar una rúbrica que sirva como instrumento de referencia para analizar los elementos diferenciadores de cada organización. El propósito de esta rúbrica es establecer la contribución disruptiva de la educación superior a la sociedad, así como estudiar los modelos de innovación, desarrollo y transferencia de conocimiento de los centros analizados.

En una primera exploración para construir los indicadores de medición, consultamos trabajos sobre la calidad de la innovación en la educación superior (Beran y Violato, 2005; Fernández, 2008; Vásquez et al., 2023). Durante este proceso, observamos una falta general de indicadores adecuados para medir elementos innovadores en la calidad educativa (Velasco et al., 2019). Esto resulta en una dependencia de indicadores que a menudo se simplifican en exceso o se toman fuera de contexto (Loukkola et al., 2020). En los conocidos rankings internacionales de evaluación educativa, apenas encontramos indicios que puedan ser útiles para estudiar prácticas singulares. Además, la disparidad de modelos y propuestas de medición, que también proponen dimensiones e indicadores diversos y, en ocasiones, distintos (Guerrero, 2018), para evaluar la calidad en los procesos de innovación docente, evidencia la necesidad de establecer marcos de referencia comunes para evaluar la innovación educativa.

Dado que el proceso de observación pone especial énfasis en cómo las organizaciones de educación superior abordan e institucionalizan grandes retos, y ante la dificultad manifiesta de encontrar ejemplos, es necesario recurrir a otras

fuentes para establecer las variables de singularidad de la rúbrica que presentaremos a continuación. Por un lado, una referencia de apoyo es el modelo de trabajo de los Objetivos de Desarrollo Sostenible, que establece objetivos y metas universales y transformadores de gran alcance (Southern, 2020). Por otro lado, nos basamos en el informe Índice de Innovación Global, que clasifica las economías mundiales según su nivel de innovación (Torres-Samuel et al., 2020). Este informe utiliza alrededor de 80 indicadores y tiene como objetivo capturar las diferentes dimensiones de la innovación. Estas fuentes nos proporcionan una base sólida para evaluar y analizar los programas, estrategias y planes de innovación en las instituciones de educación superior.

**Tabla 2**  
*Instituciones seleccionadas para el análisis*

Arizona State University (Global F. A, M-Open edX)	Berlin School of Creative Leadership	Coursera	DigiPen Institute of Technology	Duke-NUS Medical School (National University of Singapore)
ECIU University	École 42	edX	Estonian Entrepreneurship University of Applied Sciences	Fabrica Benetton
Harvard University	Hyper Island	IE University	Kaospilot	Karolinska Institutet
Knowmads Business School	Lomonosov Moscow State University	Massachusetts Institute of Technology (MIT)	McGill University	Minerva Schools at KGI
Monash University	Mondragon Unibertsitatea / Team Academy LEINN	NASA Int.	Open Universities Australia	Pontificia Universidad Católica de Chile
Princeton University	Queen's University	Queensland University of Technology	Quest University	Royal Melbourne Institute of Technology (RMIT Creds)
Royal Roads University	Schumacher College	Stanford D.School. Hasso Plattner Institute of Design	Tecnológico de Monterrey	The CERN Accelerator School, School of Computing + Student Opportunities

The Hebrew University of Jerusalem	The Open University (Badged Courses OpenLearn, Open degree)	The Schulich School of Business	The Sustainability Institute	The University of Auckland
The University of Tokyo (Todai)	The Wharton School. University of Pennsylvania	THNK. School of Creative Leadership	Tsinghua University	Udacity
Universidad de los Andes	Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas	University of Alberta (for credit MOOCs)	University of Bradford (School of Pharmacy and Medical Sciences)	University of Buckingham
University of Cape Town	University of Melbourne	University of the People	University of Toronto	Western Governors University

Fuente: elaboración propia.

A partir de los resultados del análisis sintético de los trabajos mencionados, se comienza el proceso de fundamentación de la rúbrica, utilizando metodologías de futurización en educación superior (Menéndez et al., 2022). Para alcanzar el objetivo, se opta por talleres presenciales fundamentados en competencias de investigación, pensamiento crítico y creativo, y trabajo colaborativo. En estos talleres se utiliza el método DeflyCompass, que permite generar escenarios de futuro combinados con la disciplina del diseño para los retos planteados (Manetti et al., 2022b). En estas sesiones de trabajo se emplea la técnica de mapa mental con etiquetas removibles Manual Thinking (Huber y Veldman, 2015), una herramienta eficaz para visualizar procesos, contextualizar ideas y ordenar pensamientos, que facilita el trabajo en equipo y que resulta útil para acompañar las fases de creatividad, exploración, priorización, organización y prototipación de escenarios de manera dinámica y estructurada. A continuación, se recurre al sistema de votación a través de puntos rojos, técnica que consiste en distribuir un número limitado de puntos para que cada asistente ejerza un voto. Al colocar puntos, los participantes en los talleres votan individualmente sobre la importancia de los escenarios.

Al final de las dos sesiones de trabajo se establecen tres campos de interés: modelo formativo, gestión organizativa y experiencia de servicio, definidos por 15 factores (Tabla 3) vinculados a nueve megatendencias: la volatilidad creciente de los negocios, el cambio del poder económico global, el crecimiento constante de la población mundial, el aumento de la expectativa de vida, la crisis de los sistemas de gobernanza, la democratización de la personalización, la estandarización de patrones culturales, las nuevas tecnologías especialmente vinculadas con la inteligencia artificial y la hiperconectividad. Como resultado de la indagación prospectiva se establecieron los tres escenarios reflejados a continuación.

**Tabla 3**  
*Tendencias innovadoras a partir de escenarios*

<b>Modelo Formativo</b>	<b>Gestión Organizativa</b>	<b>Experiencia de Servicio</b>
A1. Enfoque curricular	B1. Procesos	C1. Destinatarios/Ecosistema
A2. Diseño del aprendizaje	B2. Agentes y roles	C2. Servicios al estudiante
A3. Modelo de evaluación	B3. Estructura organizativa	C3. Matrícula
A4. Acción docente	B4. Modelo relacional	C4. Certificación estudiante
A5. Recursos de aprendizaje	B5. Compromiso disruptivo	C5. Extensión educativa

*Fuente:* elaboración propia.

Para complementar y validar los resultados del análisis cualitativo, se realizan consultas a 25 expertos en educación y tecnologías de aprendizaje para identificar áreas adicionales de interés, a través de una sesión de grupo focal basada en el taller de escenarios futuros docentes (Manetti et al., 2022b). Esta sesión tiene como objetivo imaginar escenarios futuros para el aprendizaje en educación superior. En las consultas a los participantes emergen aspectos positivos, negativos y posibilidades de interés en los escenarios de futuro, además de una lluvia de ideas sobre prácticas emergentes en la educación superior. A continuación, se presenta un resumen de la configuración de los escenarios definidos a partir de los talleres y las entrevistas a expertos.

### *Modelo formativo*

En este escenario el objetivo es identificar las diferencias entre las diversas instituciones de educación superior en términos de estrategia y diseño curricular. Se busca evidencias de implementación de ciclos ágiles de actualización o adaptación en tiempo real del portafolio educativo a las demandas formativas del mercado laboral del siglo XXI. Además, se tienen en cuenta factores como la diversidad y flexibilidad de los programas y planes de estudio, la personalización, adaptabilidad y modularidad de los contenidos. En este escenario se analiza:

- El diseño y la planificación del aprendizaje, la integración de metodologías innovadoras como las metodologías activas, el flipped classroom, etc.
- Uso del aprendizaje colaborativo, la adopción de recursos educativos diversos en diferentes formatos, como inmersivos, gamificados, etc., y un sistema de evaluación multimodal que incluye la hetero, auto y coevaluación.
- La combinación de tecnología y pedagogía en las aulas, los planes de estudio y la infraestructura física y digital del centro para crear valor para los estudiantes.

- El impacto y los beneficios de nuevas formas de organizar y ejercer el acompañamiento docente adaptadas a cada modelo educativo.

### *Gestión Organizativa*

Los indicadores se centran en indagar en aquellos procesos no docentes que tengan un componente de transformación, ya sea tecnológico, organizativo o de generación de conocimiento, y que contribuyan visiblemente a cambiar de manera original y disruptiva la actividad y el rendimiento de la institución. Se consideran, entre otros, los siguientes elementos:

- Procesos de configuración de la cadena clave: se evaluaron los procesos internos considerados críticos para el funcionamiento de la institución y que impactan directamente en su especialidad o singularidad.
- Procesos externalizados estratégicamente que puedan generar un impacto profundo en la organización: nuevas figuras, roles de desempeño y formas de intermediación que contribuyen a ejercer de manera diferente la actividad académica o de gestión, promoviendo una mayor interacción entre ambas dimensiones.
- Modelos novedosos de relación y participación entre personas y/o comunidades que aportan valor a la institución: grupos destacados en la generación y transmisión de conocimiento que contribuyen a la excelencia académica y al avance institucional.
- Estructura organizativa y de toma de decisiones adaptativa que permite interactuar en sintonía con los retos estratégicos y la complejidad del contexto tecnoeducativo, con especial enfoque en las organizaciones abiertas e innovadoras. Esto implica basarse en datos y tomar decisiones fluidas y autónomas.
- Perfil disruptivo de la institución de transformación en su entorno y la sociedad.

### *Experiencia de Servicio*

En el análisis de este ámbito, buscamos identificar una serie de características especiales de los estudiantes de nuevo ingreso, así como rasgos competenciales comunes de los graduados. Algunos ejemplos de estos rasgos son: habilidades creativas, conciencia ecológica y capacidad de ser agentes de cambio, entre muchos otros. Además, otro factor importante es el modelo de catalización de la innovación, es decir, la estrategia ejercida por la institución para impulsar la creación y transferencia de conocimiento de manera ágil y transparente, con el objetivo de obtener un máximo impacto. También evaluamos las redes de influencia

de la organización, analizando su capacidad para atraer “insumos” como matrícula, financiación, talento, empleadores, colaboraciones, etc., así como el impacto de sus programas y actividades entre las comunidades de la institución educativa. En cuanto a los servicios orientados al estudiante, prestamos especial atención a los procesos de admisión, gestión de matrícula y otros servicios de apoyo a la carrera del estudiante que fomenten su desarrollo vocacional desde el inicio de su etapa educativa. Además, exploramos formas de acompañamiento y estrategias personalizadas que mejoren la experiencia del estudiante, aprovechando tecnologías como el data mining, analytics, inteligencia artificial, servicios electrónicos, asistentes virtuales, recursos y portales en línea. Con relación a la matrícula, investigamos procesos flexibles, simplificados y personalizados que se centren en las necesidades del estudiante. También examinamos programas de ayuda financiera para estudiantes, con el objetivo de aumentar y promover la inclusión. La medición también incluyó sistemas de acreditaciones y registros de aprendizaje extendidos, utilizando sistemas de certificación flexibles, abiertos y modulares, como las microcredenciales, que respondan a las nuevas demandas sociales y laborales sin comprometer la calidad de la formación.

## Generación de la rúbrica

En el acto de construcción de los componentes de la rúbrica para medir los factores de singularidad en relación con los escenarios anteriormente comentados, nos interesamos por nuevos sistemas de clasificación centrados en la innovación y que van más allá de las métricas tradicionales. En este sentido, nos fijamos en el modelo del ranking WURI (World’s Universities with Real Impact). Este ranking evalúa los programas de investigación y educación de las universidades considerando sus contribuciones innovadoras y enfoques creativos (Steiner y Posch, 2006; Manzoni, 2022; Peris-Ortiz et al., 2023). Un aspecto que nos llama la atención del WURI y que coincide con los objetivos de nuestra investigación es que, además de considerar las universidades tradicionales acreditadas, también incluye aquellas con modelos educativos menos convencionales, como Minerva Schools at KGI en Estados Unidos y Ecole 42 en Francia, que ofrecen modelos pedagógicos innovadores y atraen una gran demanda de matriculación entre un público joven interesado en las nuevas profesiones digitales de la cuarta revolución industrial. Además, los tres criterios de innovación, implementabilidad e impacto utilizados por WURI para medir cada una de sus seis categorías de análisis: aplicación industrial, espíritu emprendedor, valor ético, movilidad estudiantil y apertura para el intercambio, gestión de la crisis y cuarta revolución industrial; sirven de inspiración para establecer las dimensiones de nuestra rúbrica.

La rúbrica se divide en tres dimensiones: Implementación, Innovación e Impacto, con tres grados de puntuación. Estas dimensiones nos ayudan a medir cada factor de singularidad. Para fundamentar la puntuación extraemos

información principalmente de memorias, políticas y normativas institucionales (académicas, organizativas, de personal, etc.), planes estratégicos (educativos, de investigación, de innovación, de sostenibilidad medioambiental, de digitalización, de internacionalización, etc.), anuarios e informes sobre el estado del centro y sus dependencias, catálogos de programas, manuales, publicaciones y noticias en prensa, artículos académicos y todo tipo de documentos públicos vinculados a la organización.

### *Implementación*

Esta dimensión se centra en investigar el grado de institucionalización de los factores de singularidad dentro del contexto del elemento analizado, así como los recursos utilizados para su funcionamiento. Al igual que las otras dimensiones, se evalúa de manera amplia, con el objetivo de determinar si el factor se encuentra en fase de planificación, experimentación como proyecto o si ya se ha institucionalizado en las estructuras internas de la organización. Aunque esta tarea resulte complicada, también nos proponemos averiguar la forma en que el factor se conecta con la estrategia y políticas del centro, su relación con otros procesos del modelo, los servicios del entorno que activa, su aparente sostenibilidad y si su implementación ha sido progresiva a través de iniciativas internas o impulsada desde el exterior.

### *Innovación*

Esta dimensión se sustenta en la definición proporcionada por la OCDE y Eurostat (2005), que describe la innovación como la implementación de un producto (bien o servicio), proceso o método de marketing u organizativo nuevo o significativamente mejorado en las prácticas empresariales, el lugar de trabajo o las relaciones exteriores. En nuestra evaluación, valoramos el componente de innovación presente en cada uno de los factores del elemento, así como el grado de creación (novedad) o adopción de innovaciones que contenían. Buscamos identificar, por ejemplo, la incorporación de nuevos o transformados servicios o productos formativos, enfoques y métodos de enseñanza, organización del trabajo y del personal, integración de tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los procesos educativos, entre otros. El objetivo, por tanto, es verificar que la innovación genera cambios en el modelo de la institución, aportándole un valor diferencial que facilite su adaptación a contextos de cambio acelerado (Marcet, 2016).

### *Impacto*

El objetivo de esta dimensión es verificar y valorar los efectos que el factor de singularidad provoca en el elemento analizado, así como su influencia en los demás

dominios del modelo. Se busca determinar cómo los resultados aparentes satisfacen las demandas sociales, organizacionales, formativas, etc., y cómo repercuten de manera positiva en la notoriedad, posicionamiento y reputación de la organización. Para la evaluación de estos modelos se asignó un nivel numérico de singularidad. Estos niveles son:

Nivel 1. El elemento no es diferencial. En este elemento la universidad se comporta como el estándar o simplemente, el elemento no aplica por ser inexistente o por no disponer de datos.

Nivel 2. Se detecta cierta diferenciación respecto al estándar pero esta singularidad no influye significativamente en la diferenciación de la universidad. Probablemente sea una singularidad provocada o subsidiaria de otra singularidad más determinante.

Nivel 3. La diferenciación respecto al estándar es un rasgo diferencial determinante que impacta significativamente en la diferenciación de la universidad.

## Aplicación de la rúbrica

Tras establecer las dimensiones y niveles de la rúbrica, se inicia el proceso de análisis de las 55 instituciones recogidas en el proceso de detección de tendencias y nos adentramos en la fase de la búsqueda y recogida de información de los centros elegidos, para poder profundizar en la descripción de sus características y poder establecer los rasgos diferenciales en los distintos contextos analizados (Tabla 4). Es importante destacar que los tres escenarios establecidos para el análisis de las organizaciones están estrechamente interrelacionados, como se pudo observar en la mayoría de los casos analizados. En general, se encontró que un modelo formativo singular suele ir acompañado de un sistema de gestión organizativa y una experiencia de servicio particulares. Para poder identificar y evaluar la singularidad de cada uno de estos tres modelos, se estableció una situación estándar de referencia en las universidades que nos servirá como base para reconocer los centros singulares. Una vez que se definieron las tres dimensiones, se desarrolló la rúbrica de singularidad completada con el nombre y descripción de cada factor o indicador, los elementos estándar y niveles de singularidad a considerar en cada caso.

**Tabla 4**  
*Aplicación de la rúbrica*

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5
1	2	3	3	2	2	2	2	3	1	2	3	1	2	2	3
2	3	3	2	3	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3
3	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3
4	2	3	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	3	3	3
5	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2
6	2	3	2	2	2	3	2	1	2	3	2	2	3	2	2
7	2	3	2	3	2	2	3	2	2	3	3	2	3	2	3
8	2	3	3	2	2	2	2	2	1	3	3	1	3	2	3
9	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2
10	3	2	2	2	2	3	2	2	1	3	3	1	3	2	3
11	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	2	3
12	3	3	2	3	1	2	2	2	2	2	2	2	2	1	2
13	3	2	2	3	2	2	2	2	1	3	2	1	3	2	2
14	2	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	3	2	2
15	2	2	3	3	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2
16	2	3	2	3	2	3	3	2	1	2	3	1	2	2	3
17	2	2	2	2	2	3	2	1	2	2	3	2	2	2	3
18	2	2	2	3	3	3	2	2	2	3	2	2	3	3	2
19	3	3	2	3	3	3	2	2	1	2	2	1	2	3	2
20	3	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3
21	2	3	3	2	2	3	2	2	1	2	3	1	2	2	3
22	2	3	2	3	2	2	2	2	1	3	3	1	3	2	3
23	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	2	3
24	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2	2	3
25	3	3	3	2	2	2	2	2	2	3	3	2	3	2	3
26	3	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2	3	2	3
27	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3
28	2	3	3	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2
29	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3
30	2	3	2	3	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2

	A1	A2	A3	A4	A5	B1	B2	B3	B4	B5	C1	C2	C3	C4	C5
31	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	2	3
32	3	3	2	3	2	2	3	2	2	2	3	2	2	2	3
33	2	3	2	3	2	3	2	2	3	2	3	3	2	2	3
34	2	3	2	2	2	2	2	3	2	3	3	2	3	2	3
35	2	2	2	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	2	3
36	2	3	2	3	2	3	2	2	1	3	3	1	3	2	3
37	2	2	2	1	1	3	1	3	1	2	2	1	2	1	2
38	2	3	2	2	2	2	2	3	1	3	3	1	3	2	3
39	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3
40	3	3	2	2	3	2	2	2	2	3	3	2	3	3	3
41	3	2	2	2	2	2	3	2	2	2	2	2	2	2	2
42	3	2	2	2	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3	2
43	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2	2	3	2	2
44	2	3	2	2	3	3	2	2	2	2	3	2	2	3	3
45	3	3	2	3	2	2	2	2	3	2	3	3	2	2	3
46	3	3	3	2	3	2	3	2	1	2	2	1	2	3	2
47	3	3	2	2	3	3	2	2	2	2	2	2	2	3	2
48	3	3	2	3	2	1	3	2	2	2	3	2	2	2	3
49	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	2	2	3	2	2
50	3	3	2	2	2	3	2	2	1	2	3	1	2	2	3
51	2	3	3	2	2	3	2	2	1	3	2	1	3	2	2
52	3	2	2	2	2	3	2	2	2	3	3	2	3	2	3
53	2	3	3	2	2	2	2	3	1	2	3	1	2	2	3
54	2	2	2	2	3	3	2	2	1	2	3	1	2	3	3
55	2	2	2	2	2	3	2	1	2	3	3	2	3	2	3

Fuente: elaboración propia.

Una vez obtenidos los resultados del muestreo cualitativo de singularidad en los centros superiores seleccionados, el siguiente paso es realizar un análisis matemático de las puntuaciones asignadas en el modelo de caracterización y clasificación de las instituciones singulares. Posteriormente, se procedió a verificar matemáticamente su viabilidad como base de nuestro instrumento analítico. Cabe destacar que el modelo de calificación de estos perfiles tiene como objetivo abarcar todos los aspectos en los que una determinada institución de educación superior puede ser considerada

única o singular, como se mencionó anteriormente. Para lograr esto, en primer lugar, se construye un modelo matemático en el cual la información codificada pueda ser comparada y utilizada para establecer formalmente las relaciones entre las universidades implicadas en el modelo.

En este caso, hemos aplicado un análisis de componentes principales (Jolliffe y Cadima, 2016) a nuestra base de datos inicial con el objetivo de reducir el número de variables significativas, que inicialmente eran 15. Este análisis nos proporciona un procedimiento para determinar el número de variables que describen de manera adecuada los datos. Utilizando el lenguaje de programación R, calculamos la matriz de correlaciones entre los valores de las 15 variables iniciales, considerando todas las instituciones muestreadas. En los resultados del programa, las variables se etiquetan como X1 a X15, en el orden en que se introdujeron inicialmente, y se agrupan en las categorías A1 a C5. Al examinar directamente esta matriz, no se observan relaciones muy fuertes entre las diferentes variables como se muestra en la Tabla 5. Por lo tanto, no parece apropiado excluir ninguna variable inicial utilizando este criterio, validándose el modelo de análisis propuesto.

**Tabla 5**  
Matriz de correlación con respecto a las variables iniciales

	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	X13	X14	X15
X1	1.000	0.230	0.088	0.136	0.127	-0.225	-0.205	0.377	0.209	0.165	0.197	0.091	0.136	0.503	0.205
X2	0.230	1.000	0.164	0.249	0.141	0.084	-0.012	0.195	0.392	0.000	0.289	0.251	-0.005	0.017	0.206
X3	0.088	0.164	1.000	-0.063	-0.007	-0.223	-0.145	-0.202	0.077	-0.173	0.021	-0.004	-0.253	-0.223	-0.091
X4	0.136	0.249	-0.063	1.000	0.130	0.066	-0.168	0.521	-0.072	0.130	-0.011	-0.199	-0.148	-0.155	-0.282
X5	0.127	0.141	-0.007	0.130	1.000	0.110	0.335	0.246	0.087	-0.024	0.167	0.087	0.178	0.325	0.158
X6	-0.225	0.084	-0.223	0.066	0.110	1.000	0.198	-0.132	-0.202	-0.134	0.075	0.289	-0.020	0.045	0.168
X7	-0.205	-0.012	-0.145	-0.168	0.335	0.198	1.000	-0.041	-0.133	-0.131	0.449	0.381	0.141	0.286	0.399
X8	0.377	0.195	-0.202	0.521	0.246	-0.132	-0.041	1.000	0.085	0.398	0.076	0.067	0.199	0.146	0.031
X9	0.209	0.392	0.077	-0.072	0.087	-0.202	-0.133	0.085	1.000	0.187	0.447	0.132	0.285	0.333	0.073
X10	0.165	0.000	-0.173	0.130	-0.024	-0.134	-0.131	0.398	0.187	1.000	0.335	0.113	0.201	0.329	-0.047
X11	0.197	0.182	0.021	-0.011	-0.062	-0.058	-0.034	0.166	0.447	0.335	1.000	0.386	0.331	0.328	0.314
X12	0.091	0.289	-0.004	-0.199	0.167	0.075	0.449	0.076	0.398	0.109	0.544	1.000	0.310	0.302	0.625
X13	0.136	0.251	-0.253	-0.148	0.087	0.289	0.381	0.067	0.132	0.113	0.544	0.365	1.000	0.474	0.510
X14	0.503	-0.005	-0.223	-0.155	0.178	-0.020	0.141	0.199	0.285	0.201	0.331	0.351	0.435	1.000	0.027
X15	0.205	0.017	-0.091	-0.282	0.325	0.045	0.286	0.146	0.333	0.329	0.328	0.474	0.435	0.248	1.000

Fuente: elaboración propia.

## DISCUSIÓN

La finalidad de este trabajo es invitar a la academia a iniciar un debate en el mundo de la educación sobre el concepto de singularidad, con el propósito de generar un nuevo marco de estudio y análisis propio bajo esta perspectiva, que trascienda la singularidad en tecnología, economía, matemáticas o física. Para lograrlo, ha sido necesario rastrear la literatura académica en la que los conceptos de educación y singularidad estén estrechamente vinculados, y lamentablemente, los ejemplos son escasos. Como hemos indicado, nuestra investigación parte del trabajo de Wenham (1987) titulado “Singular Problems in Science and Science Education”, publicado en el *Journal of Philosophy of Education*, en el que se aborda la necesidad de desarrollar el concepto de singularidad en el área de educación. Este artículo representa uno de los pocos documentos en los que se establece un marco de estudio de la singularidad desde el ámbito educativo, y nos ha inspirado la base teórica para crear un modelo de análisis que facilita la detección, organización y clasificación, permitiéndonos caracterizar la singularidad en la educación superior. Una vez establecida la parte teórica, hemos iniciado el proceso de caracterización de la singularidad educativa, buscando identificar cambios e ilustrar ejemplos con instituciones que presentan rasgos diferenciadores en su práctica educativa.

Por otro lado, encontramos un problema relacionado con la estrecha vinculación entre tendencias y la tecnología, lo cual desvía el enfoque del concepto de singularidad en el ámbito de la educación. Por ejemplo, cuando se incorporan conceptos como escenarios de futuro y futurización, puede dar la impresión de que estamos hablando exclusivamente de la singularidad tecnológica. Sin embargo, es importante señalar que estos términos no necesariamente se refieren a la singularidad tecnológica, como es el caso en este trabajo. Existe una extensa literatura que asocia las tendencias, los escenarios de futuro y la futurización con el campo de las ciencias sociales (Decoufle, 1974; Godet, 2001; Mojica, 2005; Brown y Kuratko, 2015; Kuosa, 2010, 2016; Berenskoetter, 2011; Ito y Howe, 2016) y más específicamente, con el ámbito educativo (Menéndez et al., 2022; Manetti et al., 2022b).

En lo que respecta a las preguntas de investigación planteadas, nuestros resultados permiten ofrecer las siguientes respuestas:

### PI.1. ¿Cómo podemos detectar las tendencias transformadoras en la educación superior?

Para detectar las tendencias transformadoras en la educación superior, es necesario llevar a cabo un análisis exhaustivo de los cambios y avances en diversas áreas relevantes. La educación superior está en constante evolución para adaptarse a las demandas cambiantes de la sociedad, los avances tecnológicos y las necesidades del mercado laboral. Mediante la revisión de investigaciones, informes y casos de estudio, se han

identificado 25 patrones emergentes, innovaciones pedagógicas y cambios significativos en la forma en que se imparte la educación superior.

PI.2. ¿Es posible detectar nuevos modelos de educación superior a partir de las tendencias observadas?

Al detectar y analizar las tendencias transformadoras en la educación superior, se han identificado inicialmente 110 organizaciones educativas, reduciéndose posteriormente a 55 que están implementando cambios incrementales o disruptivos. Estas tendencias reflejan transformaciones en la forma en que se enseña y se aprende, así como en la estructura y organización de las instituciones educativas. A través de la observación de estas tendencias, es posible identificar nuevas formas de educación superior y comprender cómo están transformando el panorama educativo.

PI.3. ¿Cómo podemos analizar la forma en que las universidades introducen la singularidad?

Para analizar la introducción de la singularidad en las universidades, es necesario examinar de manera detallada los elementos del modelo pedagógico, organizativo y de servicios que utilizan. Cada universidad tiene su propio enfoque único y diferenciador en cuanto a cómo imparte la enseñanza, organiza su estructura y ofrece servicios a los estudiantes. Al estudiar estos aspectos, se puede comprender cómo se diferencian y generan singularidad en comparación con otras instituciones. Esto implica revisar los programas académicos, las estrategias de gestión, la estructura organizativa, los enfoques de enseñanza y aprendizaje, así como la calidad y diversidad de los servicios ofrecidos a los estudiantes.

PI.4. ¿Cómo podemos evaluar el grado de singularidad de las universidades?

Evaluar el grado de singularidad de las universidades implica analizar diversos aspectos que las distinguen de otras instituciones. Esto incluye considerar su enfoque pedagógico único, la diferenciación de su modelo organizativo en comparación con otras universidades, la originalidad de los servicios y programas ofrecidos, así como la percepción de terceros sobre su liderazgo y excelencia en el ámbito universitario. El grado de singularidad puede ser determinado mediante el análisis comparativo de indicadores relevantes, como la innovación educativa, la reputación académica, la empleabilidad de los graduados y el impacto en la sociedad. Además, se pueden tener en cuenta evaluaciones externas, reconocimientos y premios recibidos por la universidad en relación con su singularidad y su contribución al campo de la educación superior.

## CONCLUSIONES

La búsqueda de diferenciación en la educación superior es un fenómeno que está reconfigurando la percepción de la educación por parte de estudiantes, docentes y centros educativos. Esta transformación está íntimamente influenciada por una amalgama de factores sociales y tecnológicos, lo que implica que las universidades deben estar preparadas para adaptarse a esta evolución. Se requiere, por ende, un análisis exhaustivo de los factores que influyen en esta búsqueda de singularidad, así como una comprensión profunda de cómo estos cambios repercuten en el acceso y la calidad de la educación. Solo a través de este enfoque integral, las instituciones universitarias podrán anticiparse y prepararse para el futuro en el que la singularidad se consolida como una realidad.

Como previamente se ha señalado, la singularidad, estrechamente ligada a la innovación y a la tecnología educativa, representa uno de los componentes que pueden elevar la calidad de la enseñanza y permitir que las instituciones educativas destaquen de manera exitosa. Mediante nuestro marco de investigación, hemos logrado una comprensión profunda de las tendencias sociales y tecnológicas que pueden estar influyendo en la educación superior. Asimismo, hemos comprendido cómo el entorno educativo se modifica mediante la adopción de nuevos modelos, y hemos identificado, organizado y clasificado los elementos de singularidad en la educación superior. Esto engloba el análisis de cómo la singularidad está generando impactos en el ecosistema universitario y cómo las universidades pueden prepararse para adoptar la singularidad de manera efectiva. En este contexto, nuestro trabajo busca estimular el debate, abordando la singularidad conforme a la conceptualización de Wenham, con el propósito de involucrar a un mayor número de académicos en la caracterización de la singularidad para fomentar cambios sustantivos en la educación superior.

En lo que respecta a las líneas de trabajo futuras, contemplamos la creación de una herramienta de análisis que permita transformar las singularidades detectadas en elementos cruciales para la implementación de modificaciones en las instituciones de educación superior. Además, esperamos que este trabajo contribuya a iniciar un proceso de creación de grupos de trabajo especializados en esta temática, estableciendo una red académica para la futurización y la singularidad en las instituciones de educación superior.

## REFERENCIAS

- Andriushchenko, K., Kovtun, V., Cherniaieva, O., Datsii, N., Alenikova, O. y Mykolaiets, A. (2020). Transformation of the educational ecosystem in the singularity environment. *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, 19(9), 77-98. <https://doi.org/10.26803/ijlter.19.9.5>
- Baig, M., González-Ceballos, I. y Esteban-Guitart, M. (2023). Universidades 360. La

- vinculación de tiempos, espacios y agentes sociales, educativos y comunitarios. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(74). <https://doi.org/10.6018/red.540591>
- Beran, T. y Violato, C. (2005). Rating of university teacher instruction: How much do student and course characteristics really matter? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 30, 593-601. <https://doi.org/10.1080/02602930500260688>
- Berenskoetter, F. (2011). Reclaiming the vision thing: Constructivists as students of the future. *International Studies Quarterly*, 55(3), 647-668. <https://doi.org/10.1111/j.1468-2478.2011.00669.x>
- Bodinot, J. C. (2016). Pedagogies of the futures: Shifting the educational paradigms. *European Journal of Futures Research*, 4(21), 1-11. <https://doi.org/10.1007/s40309-016-0106-0>
- Brown, T. J. y Kuratko, D. F. (2015). The impact of design and innovation on the future of education. *Psychology of Aesthetics, Creativity, and the Arts*, 9(2), 147-151. <https://doi.org/10.1037/aca0000010>
- Cai, Y. (2017). From an analytical framework for understanding the innovation process in higher education to an emerging research field of innovations in higher education. *Review of Higher Education*, 40(4), 585-616. <https://doi.org/10.1353/rhe.2017.0023>
- Decoufle, A. C. (1974). *La prospectiva. Oikos-tau*. <https://bit.ly/3wFADZM>
- Fernández, J. (2008). *Valoración de la calidad docente*. Editorial Complutense.
- Gee, J. y Esteban-Guitart, M. (2019). Designing for deep learning in the context of digital and social media. [El diseño para el aprendizaje profundo en los medios de comunicación sociales y digitales]. *Comunicar*, 58, 9-18. <https://doi.org/10.3916/C58-2019-01>
- Gehanno, J.-F., Rollin, L. y Darmoni, S. (2013). Is the coverage of Google Scholar enough to be used alone for systematic reviews. *BMC Medical Informatics and Decision Making*, 13(7). <https://doi.org/10.1186/1472-6947-13-7>
- Godet, M. (2001). *Creating futures*. Economica. <https://bit.ly/3wBsiHP>
- Gough, N. (1990). Futures in Australian education: Tacit, token and taken for granted futures. *Futures*, 22(3), 298-310. [https://doi.org/10.1016/0016-3287\(90\)90149-C](https://doi.org/10.1016/0016-3287(90)90149-C)
- Gros Salvat, B. y Lara Navarra, P. (2009). Estrategias de innovación en la educación superior: el caso de la Universitat Oberta de Catalunya. *Revista Iberoamericana de Educación*, 49, 223-245. <https://doi.org/10.35362/rie490681>
- Guàrdia, L., Clougher, D., Anderson, T. y Maina, M. (2021). IDEAS for Transforming Higher Education: An Overview of Ongoing Trends and Challenges. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 22(2), 166-184. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v22i2.5206>
- Guàrdia, L., Witthaus, G., Girona, C. y Padilla, B. (2016). *Next Generation Pedagogy: IDEAS for Online and Blended Higher Education*. Final report of the FUTURA project. <http://hdl.handle.net/10609/51441>
- Guerrero, C. (2018). Evaluación de la calidad de la innovación docente. En *Contenidos universitarios innovadores* (pp. 159-164). GEDISA.
- Hicks, D. (2012). The future only arrives when things look dangerous: Reflections on futures education in the UK. *Futures*, 44, 4-13. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2011.08.002>
- Hicks, D. y Slaughter, R. (1998). *Futures education*. *World yearbook of education 1998*. Kogan Page. <https://bit.ly/39ZYbgZ>
- Howland, J. L., Wright, T. C. y Boughan, R. A., (2009). *How Scholarly Is Google Scholar? A Comparison of Google Scholar to*

- Library Databases. Faculty Publications. 1263. <https://doi.org/10.5860/0700227>
- Huber, L. y Veldman, G. J. (2015). *Manual thinking*. Empresa Activa
- Ito, J. y Howe, J. (2016). *Whiplash: How to survive our faster future*. Grand Central Publishing. <https://bit.ly/3BTnX3A>
- Jolliffe I. T. y Cadima J. (2016). Principal component analysis: a review and recent developments. *Philosophical Transactions. Series A, Mathematical, Physical, and Engineering Sciences*, 374, Article ID: 20150202. <https://doi.org/10.1098/rsta.2015.0202>
- Kuosa, T. (2010). Futures signals sense-making framework (FSSF): A start-up tool to analyse and categorise weak signals, wild cards, drivers, trends and other types of information. *Futures*, 42(1), 42-48. <https://doi.org/10.1016/j.futures.2009.08.003>
- Kuosa, T. (2016). *The evolution of strategic foresight: Navigating public policy making*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315558394>
- Loukkola, T., Peterbauer, H. y Gover, A. (2020). *Exploring Higher Education Indicators*. European University Association. <https://eua.eu/downloads/publications/indicators%20report.pdf>
- Manetti, A., Lara-Navarra, P. y Sánchez-Navarro, J. (2022a). Design process for the generation of future education scenarios. [El proceso de diseño para la generación de escenarios futuros educativos]. *Comunicar*, 73, 33-44. <https://doi.org/10.3916/C73-2022-03>
- Manetti, A., Lara-Navarra, P. y Sánchez-Navarro, J. (2022b). Possibilities for futurecasting: designing a digital map of trends. *Artnodes*, 30, 1-10. <https://doi.org/10.7238/artnodes.voi30.401218>
- Manzoni, J. F. (2022). Real learning, Real impact. En *The Value & Purpose of Management Education* (pp. 124-131). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003261889-20>
- Marcet, X. (2016). Más allá de la innovación: una nueva época de menos ruido y más nueces. *Sintetia*. <https://www.sintetia.com/mas-alla-de-la-innovacion-una-nueva-epoca-de-menos-ruido-y-mas-nueces/>
- Menéndez-Alvarez-Hevia, D., Urbina-Ramírez, S., Forteza-Forteza, D. y Rodríguez-Martín, A. (2022). Contributions of futures studies to education: A systematic review. [Contribuciones de los estudios de futuros para la educación: Una revisión sistemática]. *Comunicar*, 73, 9-20. <https://doi.org/10.3916/C73-2022-01>
- Meyer, I. y Mackintosh, K. (1994). Phraseme analysis and concept analysis: Exploring a symbiotic relationship in the specialized lexicon. En W. Martin (Eds.), *Proceedings of the 6th EURALEX International Congress* (pp. 339-348). Euralex. <https://bit.ly/3M68u4N>
- Mojica, F. J. (2005). *La construcción del futuro. Concepto y modelo de prospectiva estratégica*. Books, Universidad Externado de Colombia, Facultad de Administración de Empresas, edition 1, volume 1, number 26, January. <https://bit.ly/3G41RA6>
- Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico OCDE y Oficina Europea de Estadística EUROSTAT. (2005). *Manual de Oslo. Guía para la recogida e interpretación de datos sobre Innovación*. European Communities: Grupo Tragsa.
- Patterson, E., Pugalia, S. y Agarwal, R. (2022). Innovation Management as a Dynamic Capability for a Volatile, Uncertain, Complex and Ambiguous World. En *Innovation* (pp. 378-396). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780429346033-23>
- Peris-Ortiz, M., García-Hurtado, D. y Román, A. P. (2023). Measuring knowledge exploration and exploitation in universities and the relationship with

- global ranking indicators. *European Research on Management and Business Economics*, 29(2), 100212. <https://doi.org/10.1016/j.iedeen.2022.100212>
- Ramírez-Montoya, M. S., McGreal, R. y Obiageli Agbu, J.-F. (2022). Horizontes digitales complejos en el futuro de la educación 4.0: luces desde las recomendaciones de UNESCO. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 25(2), 09-21. <https://doi.org/10.5944/ried.25.2.33843>
- Southern Voice (2020). *Estado global de los ODS: tres niveles de acción decisivos (Reporte 2019)*. Southern Voice.
- Steiner, G. y Posch, A. (2006). Higher education for sustainability by means of transdisciplinary case studies: an innovative approach for solving complex, real-world problems. *Journal of Cleaner Production*, 14(9-11), 877-890. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2005.11.054>
- Toffler, A. (1974). *Learning for tomorrow: The role of the future in education*. Random House
- Torres-Samuel, M., Vásquez Stanescu, C., Luna Cardozo, M., Amelec, V. y Crissien Borrero, T. (2020). *Eficiencia técnica de la investigación y desarrollo, ciencia y tecnología, educación e innovación en países Latinoamericanos*. Corporación Universidad de la Costa. <https://hdl.handle.net/11323/8230>
- Vásquez Zamora, L. G., Herrera Vinelli, I. P., Cobeña Talledo, R. A. y Peralta Beltrán, A. R. (2023). Gestión del proceso de innovación de las prácticas de enseñanza en instituciones educativas. *RECIMUNDO*, 7(1), 468-477. [https://doi.org/10.26820/recimundo/7.\(1\).enero.2023.468-477](https://doi.org/10.26820/recimundo/7.(1).enero.2023.468-477)
- Velasco, L. C., Estrada, L. I., Pabón, M. y Tójar, J. C. (2019). Evaluar y promover las competencias para el emprendimiento social en las asignaturas universitarias. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos, Segundo Cuatrimestre*, 131, 199- 223. <https://doi.org/10.5209/REVE.63561>
- Wenham, M. (1987). Singular Problems in Science and Science Education. *Journal of Philosophy of Education*, 21(1), 47-58. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9752.1987.tb00142.x>

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 12 de septiembre de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 6 de octubre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 23 de octubre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024



# Valoración de tecnologías inmersivas y enfoque STEM en la formación inicial del profesorado

## Assessment of immersive technologies and STEM focus in initial teacher training



- ✉ Francisco Silva Díaz - *Universidad de Granada (España), Centro de Innovación y Desarrollo Docente, Universidad Autónoma de Chile*
- ✉ Javier Carrillo Rosúa - *Universidad de Granada (España), Instituto Andaluz de Ciencias de la Tierra (CSIC-UGR) (España)*
- ✉ Gracia Fernández Ferrer - *Universidad de Granada (España), IES Alonso Cano (España)*
- ✉ Rafael Marfil Carmona - *Universidad de Granada (España)*
- ✉ Romina Narváez - *Universidad de Granada (España)*

### RESUMEN

Durante los últimos años se ha detectado un progresivo interés por la integración de diversas Tecnologías Emergentes en el ámbito de la Educación, especialmente aquellas de tipo inmersivo como la Realidad Virtual Inmersiva y Realidad Aumentada. En la presente investigación se tiene por objetivo valorar la utilidad que le atribuyen los docentes en Formación Inicial en la Facultad de Ciencias de la Educación de la Universidad de Granada a este tipo de tecnologías, específicamente en el ámbito STEM, y cómo evalúan la capacidad de integrarlas en sus futuras prácticas docentes. Se utilizó una metodología mixta, donde se aplicó un cuestionario previo a toda la población (N=544) para describir las valoraciones de los participantes, seguido de un post test a una submuestra (N=58) luego de participar de una Formación Complementaria para la creación de recursos educativos inmersivos desarrollados con la plataforma CoSpaces. Los resultados revelaron una alta utilidad atribuida a las tecnologías inmersivas, destacando su potencial para mejorar la enseñanza y el aprendizaje en el ámbito STEM. Sin embargo, se identificaron desafíos relacionados con la facilidad de integración y la falta de formación adecuada en el uso de estas tecnologías. Se enfatiza la importancia de promover la capacitación docente y la alfabetización digital para aprovechar plenamente los beneficios de estas tecnologías emergentes en la educación. Se sugiere la realización de futuras investigaciones que profundicen en estrategias de formación docente y que aborden otros contextos educativos para ampliar el conocimiento sobre las implicaciones y ventajas de las tecnologías inmersivas.

**Palabras clave:** educación científica; tecnología de la educación; innovación pedagógica; formación de profesores; didáctica; educación STEM.

### ABSTRACT

In recent years, there has been a growing interest in the integration of various Emerging Technologies in the field of Education, especially immersive technologies such as Virtual Reality (VR) and Augmented Reality (AR). This research aims at assessing the perceived usefulness of these technologies by pre-service teachers at the Faculty of Educational Sciences of the University of Granada, specifically in the STEM field, and how they evaluate their potential for integration into their future teaching practices. A mixed-methods approach was used, including a pre-questionnaire administered to the entire population (N=544) to describe the participants' perceptions, followed by a post-test conducted with a subset (N=58) after having participated in a Complementary Training program focusing on the creation of immersive educational resources using the CoSpaces platform. The results revealed a high perceived utility of immersive technologies, highlighting their potential for enhancing teaching and learning in the STEM domain. However, challenges related to ease of integration and the lack of adequate training in the use of these technologies were identified. The importance of promoting teacher training and digital literacy to fully leverage the benefits of these emerging technologies in education is emphasized. Further research is suggested to delve into teacher training strategies and explore other educational contexts to expand the understanding of the implications and advantages of immersive technologies.

**Keywords:** scientific education; educational technology; educational innovation; teacher education; didactics; STEM education.

## INTRODUCCIÓN

En el ámbito educativo, especialmente en la enseñanza de las Ciencias, el enfoque STEM (*Science-Technology-Engineering-Mathematics*) ha adquirido una creciente relevancia en los últimos años. Este enfoque se centra en promover la integración interdisciplinaria de estas áreas del conocimiento, con el objetivo de fomentar el pensamiento crítico, la resolución de problemas y la creatividad en los estudiantes (Martín-Páez et al., 2019; Thibaut et al., 2018; Toma y Greca, 2018). La educación STEM, entre otros propósitos, busca preparar a los estudiantes para enfrentar los desafíos del siglo XXI, donde la tecnología juega un papel fundamental en la sociedad y la economía (Bybee, 2013; Sanders, 2009). La implementación de la educación STEM en los planes de estudio a nivel nacional e internacional se ha fundamentado en investigaciones que demuestran los beneficios de estos enfoques pedagógicos para el desarrollo de competencias fundamentales en los estudiantes (Fleer, 2013; Toma y Meneses-Villagrà, 2019; Zollman, 2012).

A medida que este enfoque se consolida, se reconoce cada vez más la importancia de integrar tecnologías emergentes como parte integral de la enseñanza de las ciencias, especialmente desde el enfoque STEM (Makhoka, 2017; Chng et al., 2023; Ferrada et al., 2020; Silva-Díaz et al., 2021; Xia y Zhong, 2018). La incorporación de Tecnologías Emergentes en la educación STEM ha demostrado tener un impacto positivo en el aprendizaje de los estudiantes, ya que ofrece numerosos beneficios, entre ellos, la mejora de las actitudes hacia las ciencias (Aguilera y Perales-Palacios, 2018; Cabello et al., 2021; Makransky et al., 2020; Thibaut et al., 2018). Entre las tecnologías emergentes más relevantes se encuentran la Realidad Virtual Inmersiva (RVI), la Realidad Aumentada (RA), la Impresión 3D, la Robótica Educativa y los Sensores, entre otras (Freeman et al., 2017; Dubé y Wen, 2022; Silva-Díaz et al., 2022).

Sin embargo, la integración de la tecnología en la educación también ha supuesto nuevos retos y desafíos para los docentes (Barroso et al., 2019; Cabero-Almenara, Romero Tena et al., 2021; Silva-Díaz et al., 2021). En muchos casos, el profesorado no se siente capacitado o carece de las competencias necesarias para utilizar de manera efectiva los recursos tecnológicos en el aula. Esta brecha entre la demanda de tecnología en el entorno educativo y la preparación de los docentes ha sido objeto de preocupación y debate (Christensen, 2002; Ertmer et al., 2012; Boel et al., 2023; Sanchez-Prieto et al., 2019). La necesidad de desarrollar la competencia digital docente se ha vuelto cada vez más evidente, ya que los educadores deben adquirir habilidades y conocimientos para aprovechar al máximo las herramientas tecnológicas y garantizar una enseñanza de calidad en el contexto STEM (Del Moral et al., 2022; Cabello et al., 2021). Además, resulta imperativo que los docentes desarrollen la capacidad de diseñar y crear recursos tecnológicos innovadores con el fin de enriquecer y potenciar sus actividades educativas (Cabero-Almenara, Vázquez-Cano et al., 2021; Cviko et al., 2014; Del Moral et al., 2022). De esta manera, podrán

adaptarse a las demandas y desafíos de la era digital, promoviendo un aprendizaje más interactivo y significativo para sus estudiantes. Aunque, de cara a conseguir un correcto diseño de actividades que impliquen la integración tecnológica en la educación STEM, es sumamente importante proporcionarles oportunidades de formación y desarrollo profesional, así como garantizar el acceso a recursos tecnológicos y el apoyo institucional necesario para implementar de manera efectiva estas herramientas en el aula (Buss et al., 2018; Cabero Almenara, Romero-Tena et al., 2021; Nistor et al., 2019).

En cuanto al uso de Tecnologías Emergentes como recurso didáctico, diversos estudios dan cuenta de la importancia que han ido adquiriendo en el plano internacional, especialmente en lo relativo a la educación STEM (Freeman et al., 2017; Dubé y Wen, 2022; Hod, 2017; Hung y Khine, 2006; Lui y Slotta, 2014).

Considerando estos antecedentes, se ha diseñado una investigación que tiene los siguientes objetivos:

01. Caracterizar el posicionamiento de los docentes en formación inicial frente a la tecnología, el uso de la Realidad Virtual (Aumentada e Inmersiva), la facilidad de uso de tecnologías para el aprendizaje STEM y el potencial de las tecnologías para el aprendizaje y la enseñanza.
02. Analizar las percepciones y experiencias de los docentes en formación inicial respecto a la formación complementaria para la creación de recursos inmersivos con CoSpaces1.
03. Identificar los beneficios y desafíos de la integración de Tecnologías Emergentes a través de un seminario y actividades de creación de recursos educativos en la formación de futuros docentes en el ámbito de la Educación STEM.
04. Proporcionar recomendaciones para la integración de Tecnologías Emergentes dentro de la formación inicial de docentes en el ámbito de la Educación STEM, considerando los hallazgos y resultados obtenidos en la investigación.

## MÉTODO

El presente estudio se lleva a cabo utilizando una metodología de investigación mixta con un diseño explicativo secuencial de dos fases (Hernández Sampieri et al., 2014). En la primera fase, se emplea un enfoque cuantitativo descriptivo para analizar los datos recopilados a través de un cuestionario. La segunda fase implica un análisis más específico de una muestra mediante la aplicación del cuestionario a seis ítems específicos que dan cuenta de la facilidad y potencialidad del uso de Laboratorios Virtuales (ítems 13 y 19), Realidad Aumentada (14 y 20) y Realidad Virtual Inmersiva (15 y 21). Se realiza la aplicación post test a los ítems señalados debido a que solo se trabajó con este tipo de tecnologías durante la Fase 2. Este contraste entre aplicación

pre a la muestra total y post a la muestra participante de la Actividad de Creación de Recursos Inmersivos con CoSpaces (ACRI), permite obtener una comprensión más profunda de los resultados obtenidos en el análisis descriptivo. Además, se utiliza un enfoque cualitativo basado en el análisis de contenido de las preguntas abiertas del mismo instrumento. Al combinar estos enfoques, se busca proporcionar una visión integral y detallada de los resultados del estudio, contribuyendo así al conocimiento y la comprensión en el campo de investigación.

## Participantes

La investigación se desarrolló como parte de un Seminario ofrecido a estudiantes de distintas titulaciones, en su casi totalidad, pertenecientes a asignaturas del ámbito de la Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Granada durante los cursos 2020/21, 2021/22 y 2022/23. En relación con los periodos académicos 2020/21 y 2021/22, cabe destacar que, a pesar de los desafíos presentados por la pandemia de COVID-19, la Universidad de Granada adoptó medidas para asegurar la continuidad de las actividades presenciales, siempre bajo estrictos protocolos de seguridad. Por su parte, el Departamento de Didáctica de las Ciencias Experimentales decidió mantener las actividades de laboratorio en formato presencial, adaptando los aforos y garantizando la seguridad de estudiantes y personal académico.

Así, en la primera fase, los participantes han sido seleccionados mediante un muestreo no probabilístico intencional (Cardona, 2002) debido a criterios de accesibilidad a la muestra. La muestra se encuentra determinada por 554 participantes que han respondido el instrumento en una única aplicación previa al desarrollo del Seminario pertenecientes a 16 grupos-clase (12 grupos-clase de 3º curso y uno de 2º curso del Grado de Educación Primaria, un grupo-clase de 2º curso y dos grupos-clase del Máster Universitario de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas).

En una segunda fase, se cuenta con una submuestra de 58 participantes (62,1 % y 37,9 %, autoidentificados, respectivamente, de género femenino y masculino), autoseleccionados por su interés en realizar las actividades de trabajo autónomo post-seminario propuestas a cuatro grupos-clase (3 grupos-clase de 3º curso del Grado de Educación Primaria –53,4 % de los participantes– y un grupo-clase del Máster Universitario de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, especialidad de Biología y Geología –46,6 % de los participantes–) y que respondieron el cuestionario en una segunda aplicación post intervención y tras la realización de estas actividades.

## Instrumento

Para la recolección de datos se utilizó el Cuestionario de Tecnologías Emergentes en Educación STEM (CUTE-STEM), desarrollado ad-hoc para este estudio. Se

encuentra compuesto por 27 ítems, con 23 preguntas cerradas y cuatro dimensiones para los ítems cuantitativos. Diecisiete preguntas (ítems 1-5 y 12-23) se calificaron mediante una escala de Likert de 5 opciones de respuesta, mientras que los cinco ítems restantes son dicotómicos (ítems 6-11). La fiabilidad del cuestionario se determinó por medio del coeficiente alfa de Cronbach para todos los ítems de tipo likert (17), obteniendo una fiabilidad aceptable ( $\alpha=0,823$ ).

Adicionalmente, se incluyeron cuatro preguntas abiertas, orientadas a evaluar actitudes, creencias y conocimientos relacionados con la integración de tecnologías en el ámbito educativo STEM (PA\_01), valorar las diferencias entre Realidad Aumentada y Realidad Virtual Inmersiva (PA\_02), describir ventajas e inconvenientes de utilizar la Realidad Virtual como recurso para la educación STEM (PA\_03) y ofrecer un espacio de reflexión al estudiantado en el que aporten las observaciones que estimen oportunas sobre la inclusión de tecnología en el ámbito de la educación STEM (PA\_04). En la Tabla 1 se presenta la distribución de los ítems del cuestionario agrupados por dimensiones, junto con la descripción de las mismas.

**Tabla 1**

*Distribución de ítems y dimensiones del cuestionario*

Dimensiones e ítems	Definición
<b>A. Posicionamiento frente a la tecnología. (<math>\alpha=0.806</math>)</b>	
1. Me interesan las tecnologías.	Esta categoría examina el grado de interés en la tecnología, el uso personal que hacen de la misma y su competencia tecnológica para fines educativos. También implica evaluar la capacidad de pensamiento crítico frente al contenido digital (Internet, redes sociales, etc.).
2. Utilizo las tecnologías en mi ocio personal.	
3. Utilizo la tecnología en mi proceso de aprendizaje.	
4. Tengo capacidad crítica ante los contenidos digitales.	
5. Soy competente en el uso de las tecnologías.	
<b>B. Uso de la Realidad Virtual (ítems dicotómicos)</b>	
6. Realidad Aumentada con fines lúdicos.	Esta categoría mide la frecuencia y el propósito del uso de la Realidad Virtual para actividades de entretenimiento personal o educativas. El objetivo es evaluar el grado en que los participantes integran herramientas y dispositivos tecnológicos en su rutina diaria.
7. Realidad Aumentada como aprendizaje en una asignatura.	
8. Realidad Aumentada con fines docentes.	
9. Realidad Virtual Inmersiva con fines lúdicos.	
10. Realidad Virtual Inmersiva como aprendizaje en una asignatura.	
11. Realidad Virtual Inmersiva con fines docentes.	

Dimensiones e ítems	Definición
<b>C. Facilidad del uso de tecnologías para el aprendizaje STEM (<math>\alpha=0.734</math>)</b>	
12. Facilidad del uso de la Impresión 3D.	
13. Facilidad del uso de Laboratorios Virtuales.*	Esta categoría evalúa la viabilidad del uso de Tecnologías Emergentes como recursos educativos. El enfoque se centra en evaluar la practicidad y facilidad de implementación potencial de estas tecnologías en la educación STEM.
14. Facilidad del uso de Realidad Aumentada.*	
15. Facilidad del uso de Realidad Virtual Inmersiva.*	
16. Facilidad del uso de Robótica Educativa.	
17. Facilidad del uso de Sensores.	
<b>D. Potencial de las tecnologías como recurso para el aprendizaje STEM (<math>\alpha=0.847</math>)</b>	
18. Potencial de la Impresión 3D.	
19. Potencial de los Laboratorios Virtuales.*	Esta categoría se refiere a la evaluación del uso potencial de tecnologías específicas para la enseñanza y el aprendizaje en las áreas STEM.
20. Potencial de la Realidad Aumentada.*	
21. Potencial de la Realidad Virtual Inmersiva.*	
22. Potencial de la Robótica Educativa.	
23. Potencial de los Sensores.	

*Fuente:* elaboración propia. Nota: La dimensión B se compone de ítems dicotómicos, por lo que no se aplica el cálculo para alpha de Cronbach. \* Se utilizan para la aplicación post test (ítems 13, 14, 15, 19, 20 y 21).

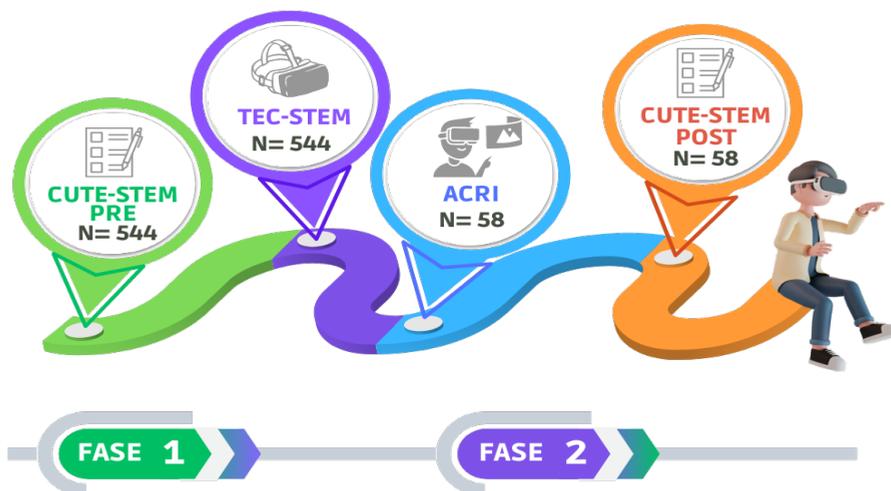
## Procesamiento de datos

El tratamiento estadístico para los datos cuantitativos de la investigación se realizó mediante el software SPSS v26, mientras que para el desarrollo del análisis cualitativo se utilizó el software MAXQDA en la versión del año 2020.

## Procedimiento

La investigación se ha desarrollado en dos fases (Figura 1). La primera fase corresponde a la aplicación del instrumento descrito anteriormente, esta aplicación nos permitió caracterizar las necesidades del estudiantado respecto al diseño de una ruta formativa orientada a la integración de las Tecnologías Emergentes en la educación STEM. La aplicación inicial del cuestionario CUTE-STEM a los distintos cursos nos facilitó una optimización constante de los Seminarios. La segunda fase se desarrolla a partir de las necesidades detectadas, diseñando dos acciones formativas para el estudiantado universitario.

**Figura 1**  
Fases de aplicación de la investigación



Fuente: elaboración propia.

La primera de ellas corresponde a un Seminario Formativo de dos horas que se desarrolla en modalidad presencial. Se encuentra orientado a ofrecer una visión general de las Tecnologías Emergentes al servicio de la educación STEM, poniendo énfasis en la Realidad Virtual (Aumentada e Inmersiva). Adicionalmente, se desarrolla una formación complementaria voluntaria, de forma virtual asincrónica, ofrecida a los participantes del Seminario. Implica la elaboración, por parte del estudiante, de un recurso educativo inmersivo creado con la plataforma CoSpaces. Tras la realización de la actividad en la que el estudiante cuenta con un plazo de unas tres semanas, se aplica el post test.

### *Seminario “Tecnologías Emergentes para la Educación STEM” (TEC-STEM)*

En el Seminario TEC-STEM, se presenta una panorámica respecto de las tecnologías que se encuentran en proceso de implementación como recursos para el aprendizaje, dentro de ellas, se desarrollan actividades didácticas que implican el uso de la Realidad Virtual Inmersiva para el desarrollo de una situación de aprendizaje. Los estudiantes utilizan diversos visores de Realidad Virtual (PlayStation VR, Oculus Go, Oculus Rift-S, Meta Quest 2, Pico Neo 3 Pro y visores VR para móviles), lo que les

permite comprender de mejor forma el uso de los mismos y la integración de estos como recursos para el aprendizaje.

Dentro de las actividades, se utilizó la aplicación de RVI “Titans of Space Plus”<sup>2</sup> junto con los visores Quest 2. Como parte de la actividad, se les plantea que manifiesten sus ideas previas respecto a las relaciones proporcionales de tamaño y distancia para los planetas del Sistema Solar a través de un dibujo. Luego, realizan la experiencia inmersiva (Figura 2).

Con la finalidad de que los estudiantes comprendan una adecuada distribución de los recursos tecnológicos, se configuran “estaciones de trabajo colaborativo” compuestas por un visor de Quest 2 y una tablet (Lenovo M10) con sistema operativo Android. Las *tablets* se utilizan para proyectar la imagen que observan los estudiantes que se encuentran utilizando los visores, de esta forma, es posible conocer lo que los estudiantes visualizan en la experiencia de RVI y asistirlos de forma rápida y simple, pero, además, ofrece una solución para el estudiantado que no se encuentra usando las gafas, puesto que “acompañan” el viaje de sus compañeros a través del Sistema Solar. Además, la actividad contempla la búsqueda de información relevante para el desarrollo de actividades posteriores y que se encuentra contenida dentro de la experiencia inmersiva, con lo cual, todos los integrantes del equipo se encuentran realizando la actividad de búsqueda y registro de información.

## Figura 2

Seminario “Tecnologías Emergentes para la Educación STEM”



Fuente: elaboración propia.

De cara a replicar la configuración propuesta en esta investigación, los autores recomiendan utilizar un sistema de conexión inalámbrica independiente, para ello, una buena solución es el uso de internet por radio (chip móvil) junto con un router inalámbrico 4G/5G.

### *Actividad de creación de recursos inmersivos con CoSpaces*

Con relación a la formación virtual, se implementó de manera asincrónica la “*Actividad complementaria de recursos inmersivos con CoSpaces*” (ACRI), esta se ofreció como parte del Seminario TEC-STEM. Esta actividad fue ofrecida de forma voluntaria a los estudiantes de cuatro grupos participantes. El objetivo principal de esta actividad consistió en que los estudiantes diseñaran un recurso educativo inmersivo utilizando la plataforma CoSpaces. Se les propuso diseñar una escena en 360 grados que integrara diversos objetos y elementos disponibles en la plataforma, con el propósito de aplicarlos en actividades escolares relacionadas con la enseñanza de las ciencias y enfoques STEM. Para brindar apoyo y orientación, se creó y se les proporcionó un tutorial detallado que describía paso a paso cómo diseñar una escena en CoSpaces. Adicionalmente, se les proporcionó un video tutorial desarrollado por parte de los autores de esta investigación. Esta actividad se llevó a cabo con el objetivo de fomentar el uso de recursos inmersivos y promover la aplicación práctica de los conocimientos adquiridos en el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales. En la Figura 3 se presentan ejemplos de las actividades desarrolladas por los estudiantes.

**Figura 3**  
*Recursos inmersivos desarrollados en CoSpaces*



*Fuente: elaboración propia.*

## RESULTADOS

Los resultados de esta investigación se presentan de acuerdo con las fases y los tipos de análisis realizados. En la primera fase, se realizaron estadísticas descriptivas para caracterizar la muestra.

En la segunda fase, se llevaron a cabo análisis mixtos. En términos del análisis cuantitativo, se aplicaron pruebas no paramétricas de comparación pre-post mediante la prueba de Wilcoxon, considerando que la muestra no cumplía con los criterios de normalidad. Además, se utilizó el tamaño del efecto como complemento para el análisis estadístico, evaluando el valor delta (d) de Cohen.

Respecto del análisis cualitativo, se realizó un análisis de contenido de las respuestas de los participantes, con el propósito de identificar patrones temáticos y obtener una comprensión profunda de las experiencias y sus percepciones.

### Fase 1

Se analizan cuatro dimensiones a partir de la aplicación inicial del cuestionario CUTE-STEM: A) Posicionamiento frente a la tecnología, B) Uso de la Realidad Virtual, C) Facilidad del uso de tecnologías para el aprendizaje STEM y D) Potencial de las tecnologías para el aprendizaje y la enseñanza.

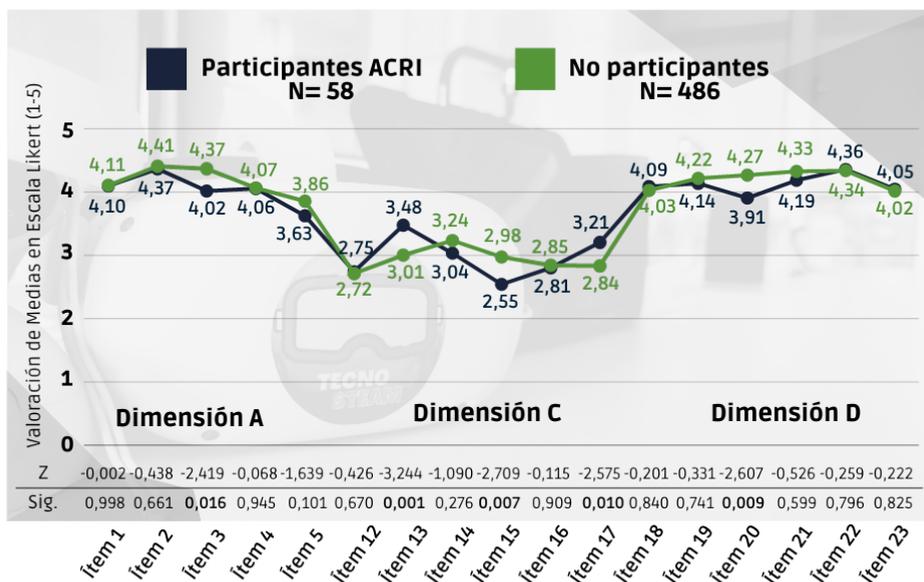
Se presentan las puntuaciones medias del cuestionario registradas por la muestra de participantes de la formación complementaria ACRI y de quienes no participaron de esta formación (Figura 4). Para determinar la existencia de diferencias estadísticas entre ambos grupos, se aplicó la prueba U-Mann Whitney. Los resultados revelaron que no había diferencias significativas salvo en cinco ítems.

En el ítem “Utilizo la tecnología en mi proceso de aprendizaje” (ítem 3), se encontró una diferencia estadísticamente significativa ( $\text{sig}=0,016$ ) entre el grupo participante y el no participante. La puntuación media del grupo participante ( $X=4,02$ ) fue inferior a la del grupo no participante ( $X=4,37$ ), lo que indica que los participantes reportaron un menor uso de la tecnología en su proceso de aprendizaje en comparación con el grupo no participante.

En los ítems “Facilidad del uso de Laboratorios Virtuales” (ítem 13), “Facilidad del uso de Realidad Virtual Inmersiva” (ítem 15) y “Facilidad del uso de Sensores” (ítem 17), también se encontraron diferencias estadísticamente significativas ( $\text{sig}=0,001$ ,  $\text{sig}=0,007$  y  $\text{sig}=0,010$  respectivamente). Mientras que los participantes valoraron favorablemente los ítems 13 y 17, por sobre los no participantes, en el caso del ítem 15 son los no participantes quienes ponderan mejor media.

**Figura 4**

*Puntuaciones medias por ítem de los ítems de escala likert del instrumento CUTE-STEAM*



*Fuente:* elaboración propia. Nota: en negrita se señalan los valores estadísticamente significativos.

Por último, en el ítem “Potencial de la Realidad Aumentada” (ítem 20), se encontró una diferencia estadísticamente significativa ( $\text{sig}=0,009$ ). Sin embargo, en este caso, la puntuación media del grupo participante ( $X=3,91$ ) fue inferior a la del grupo no participante ( $X=4,27$ ), lo que indica que los participantes percibieron un menor potencial en la realidad aumentada en comparación con el grupo no participante.

Estos resultados sugieren que, si bien existen diferencias entre ambos grupos, estas diferencias son relativamente pequeñas y no indican una marcada divergencia en las respuestas del cuestionario inicial por parte de quienes participaron de la formación ACRI con respecto de quienes no lo hicieron. Esto nos permite determinar que los resultados post test son, probablemente, representativos respecto de la muestra inicial. A continuación, se presentan los resultados iniciales para las cuatro dimensiones del instrumento.

*Posicionamiento frente a la tecnología (Dimensión A)*

Se observaron puntuaciones medias elevadas en todos los ítems evaluados. Los participantes demostraron un gran interés por las tecnologías (X=4,11), indicando que las utilizaban tanto en su tiempo libre (X=4,41) como en su proceso de aprendizaje (X=4,34). Asimismo, mostraron una actitud crítica hacia los contenidos digitales (X=4,07). Sin embargo, su percepción de competencia en el uso de las tecnologías fue ligeramente inferior (X=3,84) (Tabla 2 y Figura 4).

**Tabla 2**

*Frecuencia, media y desviación estándar de los ítems de la dimensión Posicionamiento frente a la tecnología del instrumento CUTE-STEM*

	N	1	2	3	4	5	X	DT
1. Me interesan las tecnologías.	489	1	12	119	156	201	4,11	0,872
2. Utilizo las tecnologías en mi ocio personal.	489	1	5	55	160	268	4,41	0,744
3. Utilizo la tecnología en mi proceso de aprendizaje.	489	0	9	63	172	245	4,34	0,770
4. Tengo capacidad crítica ante los contenidos digitales (Internet, redes sociales, etc.).	489	3	14	94	213	165	4,07	0,834
5. Soy competente en el uso de las tecnologías.	489	2	24	148	191	124	3,84	0,875

*Fuente:* elaboración propia. Nota: Escala Likert: 1: Muy poco; 2: Poco; 3: Nivel intermedio; 4: Bastante; 5: Mucho. X= Media; DT= Desviación Estándar. Nc= No sabe / No contesta.

*Facilidad del uso de tecnologías para el aprendizaje STEM (Dimensión C)*

Se observaron diferencias en las puntuaciones medias de los ítems evaluados. Los participantes percibieron mayor dificultad en el uso de la Impresión 3D (X=2,72). Por otra parte, consideraron relativamente más fácil el uso de la Realidad Virtual Inmersiva (X=2,94), Laboratorios Virtuales (X=3,06) y Realidad Aumentada (X=3,22) (Tabla 3 y Figura 4).

**Tabla 3**

*Frecuencia, media y desviación estándar de los ítems de la dimensión Facilidad del uso de tecnologías para el aprendizaje STEM del instrumento CUTE-STEM*

	N	1	2	3	4	5	Nc	X	DT
12. Facilidad de uso de la Impresión 3D.	544	50	168	170	88	21	47	2,72	1,006
13. Facilidad de uso de Laboratorios Virtuales.	544	33	124	171	132	45	39	3,06	1,060
14. Facilidad de uso de la RA.	544	24	96	185	140	56	43	3,22	1,032
15. Facilidad de uso de la RVI.	544	42	122	168	118	29	65	2,94	1,045
16. Facilidad de uso de la Robótica Educativa.	544	68	136	157	123	34	26	2,84	1,125
17. Facilidad de uso de sensores.	544	43	131	179	115	22	54	2,88	1,010

*Fuente:* elaboración propia. Nota: Escala Likert: 1: Muy difícil; 2: Difícil; 3: Dificultad intermedia, ni fácil, ni difícil; 4: Fácil; 5: Muy fácil. X= Media; DT= Desviación Estándar. Nc= No sabe / No contesta.

*Potencial de la tecnología para el aprendizaje STEM (Dimensión D)*

Se obtuvieron altas puntuaciones medias en todos los ítems evaluados. Los participantes reconocieron el alto potencial de los Sensores (X=4,03), la Impresión 3D (X=4,04), los Laboratorios Virtuales (X=4,21), la Realidad Aumentada (X=4,23), y, sobre todo, la Realidad Virtual Inmersiva (X=4,31) y la Robótica Educativa (X=4,34) como recursos valiosos para el aprendizaje STEM (Tabla 4 y Figura 4).

**Tabla 4**

*Frecuencia, media y desviación estándar de los ítems de la dimensión Potencial de la tecnología para el aprendizaje STEM del instrumento CUTE-STEM*

	N	1	2	3	4	5	Nc	X	DT
18. Potencial de la Impresión 3D en Educación.	544	5	17	117	202	186	17	4,04	0,888
19. Potencial de Laboratorios Virtuales en Educación.	544	4	13	84	193	231	19	4,21	0,852
20. Potencial de la RA en Educación.	544	1	13	74	208	220	28	4,23	0,799
21. Potencial de la RVI en Educación.	544	1	12	61	178	243	49	4,31	0,795

	N	1	2	3	4	5	Nc	X	DT
22. Potencial de la Robótica en Educación.	544	4	10	48	192	252	38	4,34	0,793
23. Potencial de Sensores en Educación.	544	2	25	99	187	167	64	4,03	0,895

*Fuente:* elaboración propia. Nota: Escala Likert: 1: Nada útil; 2: Poco útil; 3: Algo útil; 4: Bastante útil; 5: Muy útil. X= Media; DT= Desviación Estándar. Nc= No sabe / No contesta.

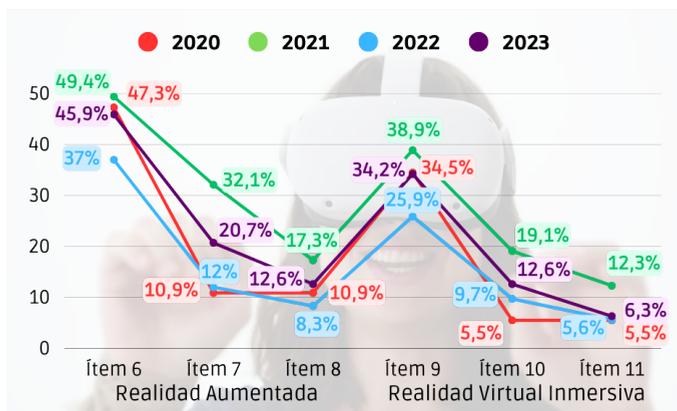
### *Uso de la Realidad Virtual (Dimensión B)*

En cuanto a los ítems dicotómicos, en lo que respecta a la Realidad Aumentada, se aprecia que un porcentaje considerable de participantes (43,6 %) indica haberla utilizado con fines lúdicos, mientras que una proporción mucho menor (19,7 %) la ha empleado como herramienta de aprendizaje para una asignatura específica. Además, se evidencia que solo un reducido número de participantes (12,1 %) ha utilizado la Realidad Aumentada con fines docentes en su rol de profesor/a.

En relación con la RVI, se observa una frecuencia de uso similar a la de la Realidad Aumentada. Aproximadamente un tercio de los participantes (32,4 %) ha utilizado la Realidad Virtual Inmersiva con fines lúdicos, mientras que un porcentaje mucho menor (12,7 %) la ha empleado como recurso de aprendizaje en una asignatura. En cuanto al uso de la Realidad Virtual Inmersiva con fines docentes, la frecuencia es aún más baja, con solo un 7,7 % de los participantes que la ha utilizado en su rol de profesor/a (Tabla 5 y Figura 5).

**Figura 5**

*Evolución de la Frecuencia de uso de Realidad Virtual (Aumentada e Inmersiva) agrupada por año*



Fuente: elaboración propia. Nota: Valores expresados en porcentaje.

Al examinar las respuestas relacionadas con el uso de la Realidad Virtual (Aumentada e Inmersiva) desglosadas por año de aplicación del instrumento, aunque las valoraciones pueden variar en cierta medida, no muestran una tendencia clara de evolución temporal. Además, se observa una distribución en forma de “diente de sierra” con picos en el uso de la Realidad Aumentada y la Realidad Virtual Inmersiva en el ámbito lúdico, pero con una menor valoración en el uso en contextos educativos.

**Tabla 5**

*Frecuencia y desviación estándar de los ítems de la dimensión Uso de la Realidad Virtual del instrumento CUTE-STEM*

	N	Sí	No	X	DT
6. Realidad Aumentada con fines lúdicos.	544	237	307	1,56	0,496
7. Realidad Aumentada como aprendizaje de una asignatura.	544	107	437	1,80	0,398
8. Realidad Aumentada con fines docentes (como profesora/a).	544	66	478	1,88	0,327
9. Realidad Virtual Inmersiva con fines lúdicos.	544	176	368	1,68	0,468
10. Realidad Virtual Inmersiva como aprendizaje de una asignatura.	544	69	475	1,87	0,333

	N	Sí	No	X	DT
11. Realidad Virtual Inmersiva con fines docentes (como profesora/a).	544	42	502	1,92	0,267

Fuente: elaboración propia. Nota: X= Media; DT= Desviación Estándar.

Los resultados expuestos sugieren una actitud positiva y una percepción favorable hacia el uso de la tecnología en el ámbito educativo STEM. Sin embargo, también se identificaron áreas de mejora, como la percepción de competencia en el uso de las tecnologías y la dificultad experimentada al utilizar algunas de ellas. Respecto de las tecnologías valoradas en esta investigación, se observa que, aunque existe cierto grado de familiaridad y experiencia con la Realidad Virtual (Aumentada e Inmersiva) en contextos lúdicos, su aplicación en el ámbito educativo aún es limitada. Es evidente que se requiere un mayor esfuerzo para promover el uso de estas tecnologías como herramientas de enseñanza y aprendizaje, tanto en asignaturas específicas como en la práctica docente.

## Fase 2

Se presentan los resultados obtenidos en los ítems de valoración de la facilidad de uso de los laboratorios virtuales, Realidad Aumentada y Realidad Virtual Inmersiva (ítems 13, 14 y 15), así como en los ítems que evalúan la potencialidad de estas tecnologías como recursos para el aprendizaje y la enseñanza en el ámbito STEM de la Educación Primaria/Secundaria (ítems 19, 20 y 21) (Tabla 6). Se observa una variabilidad en la muestra debido a la naturaleza voluntaria de la aplicación del instrumento. Además, en el caso de los ítems 14 y 20, que se centran específicamente en la evaluación de la Realidad Aumentada, solo un grupo diseñó actividades basadas en esta tecnología, por lo tanto, la aplicación del instrumento posttest se limitó a dicho grupo.

**Tabla 6**

*Resultados de la prueba de Wilcoxon y tamaños del efecto de ítems de CUTE-STEM pretest y posttest*

	Pretest						Posttest						Sig	d
	N	Σ	X	Min	Max	Mo	N	Σ	X	Min	Max	Mo		
ítem 13	56	195	3,5	1	5	4	56	195	3,5	2	5	4	0,906	0
ítem 14	25	67	2,7	1	5	2	27	100	3,7	1	5	4	0,005**	0,975
ítem 15	51	130	2,6	1	5	2	58	176	3,0	1	5	3	0,019*	0,461
ítem 19	58	240	4,1	1	5	5	57	257	4,5	3	5	5	0,024*	0,460

	Pretest						Postest						Sig	d
	N	Σ	X	Min	Max	Mo	N	Σ	X	Min	Max	Mo		
ítem 20	27	99	3,7	1	5	4	26	101	3,9	1	5	4	0,302	0,199
ítem 21	53	222	4,2	1	5	5	58	247	4,3	1	5	5	0,742	0,068

Fuente: elaboración propia. Nota: N= participantes; Σ= suma; X= Media; Min= Mínimo; Max: Máximo; Mo= Moda; Sig= Significatividad bilateral (0,05); d= delta de Cohen.

Respecto de los resultados, en el ítem 13 (laboratorios virtuales), se obtuvieron resultados pre y post con una muestra de 56 participantes. La puntuación media del pretest (X=3,5) indica una percepción de dificultad intermedia en la utilización de laboratorios virtuales, mientras que en el postest se obtiene el mismo valor (X=3,5) lo que indica una consistencia en la percepción de dificultad. Tanto la prueba de Wilcoxon (p=0,906) como el Tamaño del Efecto (d=0) no revelaron diferencias significativas entre los puntajes pre y post.

En cuanto al ítem 14, que evaluó la Realidad Aumentada, se contó con una muestra de 25 participantes en el pretest y 27 en el postest. La media pretest sugiere una cierta percepción de dificultad (X=2,7), mientras que la media postest (X=3,7) muestra una mejora significativa en la percepción de facilidad. La prueba de Wilcoxon reveló diferencias significativas entre los puntajes pre y post (p=0,005), con un Tamaño del Efecto grande (d=0,975), esto indica una mejora sustancial en la percepción de facilidad de uso de la Realidad Aumentada como recurso para el aprendizaje y enseñanza del ámbito STEM en Educación Primaria/Secundaria.

En relación con el ítem 15, que evaluó la RVI, se contó con una muestra de 51 participantes en el pretest y 58 en el postest. La media pretest (X=2,6) indica una percepción de dificultad, mientras que la media postest (X=3,0) refleja una ligera mejoría en la facilidad de uso. La prueba de Wilcoxon reveló diferencias significativas entre los puntajes pre y post (p=0,019), con un Tamaño del Efecto moderado (d=0,461), indicando una mejoría estadísticamente significativa en la percepción de facilidad de uso de la RVI.

Por otra parte, respecto de la potencialidad de estas tecnologías (ítems 19, 20 y 21), se observan altas puntuaciones medias tanto en el pre como el post test.

Los resultados revelan una serie de hallazgos relevantes sobre la percepción de los participantes con relación al uso de la Realidad Virtual (Aumentada e Inmersiva) en el ámbito educativo. Los participantes valoraron positivamente la potencialidad de estas tecnologías tanto en el pretest como en el postest, evidenciando un reconocimiento de sus posibilidades educativas y de aprendizaje. Estas altas puntuaciones medias en los ítems que evaluaron la potencialidad de las tecnologías (ítems 19, 20 y 21) respaldan la idea de que los participantes perciben su relevancia y valor en el contexto educativo.

Se observaron diferencias en la percepción de la facilidad de uso de las tecnologías emergentes. En cuanto al uso de laboratorios virtuales (ítem 13), los

resultados indicaron una percepción de dificultad intermedia tanto en pretest como postest, sin encontrar diferencias significativas. Esto sugiere que la percepción de dificultad se mantuvo constante a lo largo del tiempo, indicando una necesidad de abordar aspectos relacionados con la accesibilidad y la usabilidad de los laboratorios virtuales en el ámbito educativo.

Sin embargo, se observó una mejora significativa en la percepción de facilidad de uso en el postest en comparación con el pretest en relación a la Realidad Aumentada (ítem 14) y la Realidad Virtual Inmersiva (ítem 15). Estos resultados indican que la formación complementaria (TEC-STEM + ACRI) tuvo un impacto positivo en la percepción de los participantes respecto a la facilidad de uso de estas tecnologías. La presencia de diferencias significativas entre los puntajes pre y post, respaldadas por tamaños de efecto considerables, enfatiza la importancia de brindar capacitación adecuada para fomentar la adopción y el uso efectivo de estas tecnologías emergentes en el ámbito educativo.

### **Análisis de contenido (P. abiertas)**

En cuanto a la valoración cualitativa del cuestionario, esta se realizó a partir de una codificación inductiva de las respuestas (N=58) con la finalidad de comprender la realidad desde la perspectiva de los participantes y descubrir nuevas perspectivas a partir de ellas. En la Figura 6 se presentan los resultados de la pregunta abierta (PA\_03): *¿Qué ventajas o inconvenientes, según tu opinión, crees que tiene o puede tener el uso de la Realidad Virtual Inmersiva en la enseñanza de las Ciencias en Educación Primaria/Secundaria?*

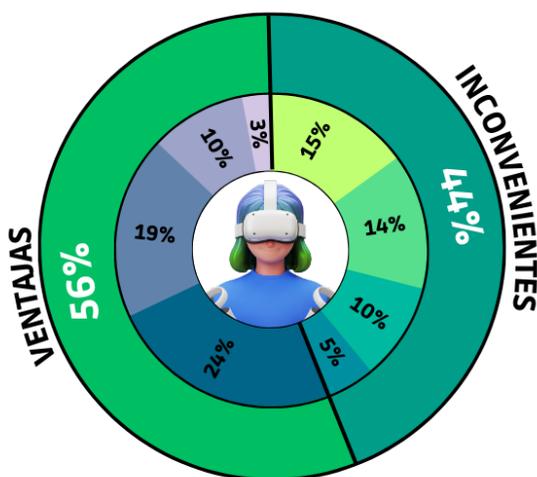
En general, las respuestas reflejan una percepción positiva de la Realidad Virtual Inmersiva en el ámbito educativo, por ejemplo, entre las respuestas se señala que: *“el uso de la Realidad Virtual Inmersiva incrementa de forma muy significativa la motivación e implicación del alumnado, por lo que el aprendizaje de las ciencias tendría lugar de forma significativa”* (P\_41). Además, se observa que las experiencias inmersivas se constituyen como recurso favorecedor en la adquisición de conceptos abstractos o complejos, debido a que *“Entre las numerosas ventajas que tiene este recurso, encontramos la gran capacidad que tiene para acercar conceptos/hechos abstractos o poco accesibles a los estudiantes...”* (P\_42).

Sin embargo, también se destacan preocupaciones y desafíos relacionados con el costo y la disponibilidad de recursos. Por ejemplo, entre las respuestas podemos encontrar que: *“no todos los centros pueden disponer de los recursos que se necesitan para trabajar la realidad virtual inmersiva y esto crea diferencias entre unos centros y otros”* (P\_28). Por otra parte, también preocupa el descontrol que podría generarse durante una clase, debido a que podría situarse como un elemento distractor del proceso de enseñanza: *“es un elemento muy distractor, dependiendo del tipo de alumno puedes usarlo o no, tienes que aumentar la vigilancia...”* (P\_10). Otro elemento que se considera relevante para la utilización de la Realidad Virtual

Inmersiva está relacionado con las carencias en la Formación Docente: “Escasa alfabetización del profesorado para impartir las clases” (P\_57), puesto que “No todos los maestros tienen las habilidades de usar este tipo de herramientas” (P\_33).

**Figura 6**  
Resultados cualitativos

- |   |  |
|---|--|
| ● Experiencia Inmersiva de aprendizaje  | ● Costo y disponibilidad de recursos             |
| ● Motivación por el aprendizaje         | ● Distracción y control de aula                  |
| ● Favorece la comprensión y aprendizaje | ● Formación y habilidades docentes               |
| ● Desarrollo de competencias claves     | ● Integración curricular y diseño de actividades |



Fuente: elaboración propia.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados cuantitativos obtenidos en la investigación encuentran respaldo en las valoraciones cualitativas proporcionadas por los participantes. Estas valoraciones cualitativas destacan la percepción positiva de la Realidad Virtual Inmersiva en el ámbito educativo, resaltando su impacto en la motivación y participación de los estudiantes. Estos resultados se encuentran en línea con investigaciones en las que se ha concluido que el uso de la Realidad Aumentada (Del Moral et al., 2022; Nikimaleki y Rahimi, 2022; Martínez Pérez y Fernández Robles, 2018) y la Realidad Virtual Inmersiva (Álvarez et al., 2023; Radianti et al., 2020; Silva-Díaz et al., 2021) favorecen de manera significativa la motivación y la implicación del alumnado, lo

que potencialmente mejora el proceso de aprendizaje, especialmente en el área de las ciencias. Además, se identifica que las experiencias inmersivas pueden ser beneficiosas para la comprensión de conceptos abstractos o complejos, sugiriendo que acercan estos conceptos de manera accesible a los estudiantes (Chang et al., 2019; Cheng y Tsai, 2020; Liu et al., 2020). No obstante, también se hacen evidentes preocupaciones y desafíos asociados al uso de la Realidad Virtual, especialmente la de tipo Inmersiva, en el ámbito educativo. Uno de los principales desafíos identificados se relaciona con el costo y la disponibilidad de los recursos necesarios para implementar la tecnología, lo que puede generar desigualdades entre los centros educativos. Estas preocupaciones ya habían sido observadas en estudios anteriores (García-Vandewalle et al., 2022; Silva-Díaz et al., 2021). Además, se señala la preocupación por la pérdida del control del aula por el docente durante las clases, ya que la Realidad Virtual Inmersiva puede convertirse en un elemento distractor del proceso de enseñanza si no se maneja adecuadamente (Barroso et al., 2019; Nistor et al., 2019). Otro aspecto relevante es la falta de formación docente en el uso de estas herramientas, evidenciando la necesidad de una mayor alfabetización y capacitación de los profesores para aprovechar al máximo el potencial de la Realidad Virtual Inmersiva en el contexto educativo (Boel et al., 2023; Del Moral et al., 2022; Nistor et al., 2019; Pellas et al., 2019).

En conjunto, las valoraciones cualitativas complementan y respaldan los hallazgos cuantitativos al proporcionar una perspectiva más detallada y contextualizada de la percepción de los participantes. Estas valoraciones revelan la importancia de considerar tanto los beneficios como los desafíos asociados al uso de la Realidad Virtual Inmersiva en el ámbito educativo, y resaltan la necesidad de abordar aspectos como la accesibilidad, la gestión de recursos, el control durante las clases y la formación docente para maximizar los beneficios de esta tecnología emergente en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Los hallazgos principales de esta investigación proporcionan información relevante para el diseño de estrategias que promuevan un mayor desarrollo de habilidades tecnológicas y una mejor integración de las tecnologías en el contexto educativo, con el objetivo de fomentar el aprendizaje y la enseñanza en el ámbito STEM.

En conclusión, se destaca el notable interés de las(os) futuras(os) docentes por diversas Tecnologías Emergentes y la gran potencialidad que les atribuyen, especialmente a aquellas de tipo inmersivo, poniendo de manifiesto que la integración de estas, en entornos educativos, puede potenciar la motivación, el compromiso y la comprensión de los contenidos, así como favorecer experiencias de aprendizaje más inmersivas y significativas.

Por otra parte, se enfatiza la importancia de desarrollar estrategias de Formación Inicial Docente que acerquen a los estudiantes a este tipo de tecnologías y les permitan comprender de manera más precisa cómo integrarlas en el aula, resaltando en la necesidad de incorporar estas tecnologías en los programas de formación docente para mejorar las prácticas pedagógicas.

En futuras investigaciones, se sugiere explorar enfoques innovadores para la formación docente y abordar las implicaciones prácticas y las ventajas de las tecnologías inmersivas en diversos contextos educativos.

Es importante tener en cuenta las siguientes limitaciones al interpretar los resultados de esta investigación. En primer lugar, el Seminario (TEC-STEM), sobre Tecnologías Emergentes en Educación, ha experimentado alguna variación a lo largo del tiempo, lo cual puede haber afectado los resultados en las diferentes fases del estudio. Por otra parte, se debe tener en cuenta la variabilidad en el tamaño de la muestra en las medidas pre y post. Sin embargo, es fundamental mencionar que se tomaron medidas para minimizar cualquier sesgo relacionado con la variación en el tamaño de la muestra (aplicación de prueba de Wilcoxon, que tiene en cuenta las diferencias en el tamaño de la muestra al comparar las puntuaciones medias pre y post).

## Agradecimientos

Agencia Nacional de Investigación y Desarrollo (ANID). Becas Chile, Folios 72210150 y 72210075. Proyecto TED2021-129474B-I00 financiado por MCIN/AEI /10.13039/501100011033 y por la Unión Europea NextGenerationEU / PRTR.

## NOTAS

1. <https://cospaces.io/edu/>
2. <https://www.oculus.com/experiences/quest/2359857214088490/>

## REFERENCIAS

- Aguilera, D. y Perales-Palacios, F. J. (2018). What effects do didactic interventions have on students' attitudes towards science? A meta-analysis. *Research in Science Education*, 50, 573-597. <https://doi.org/10.1007/s11165-018-9702-2>
- Álvarez, I. M., Manero, B., Morodo, A., Suñé-Soler, N. y Henao, C. (2023). Realidad Virtual Inmersiva para mejorar la competencia de gestión del clima del aula en secundaria. *Educación XX1*, 26(1), 249-272. <https://doi.org/10.5944/educxx1.33418>
- Barroso, J., Gutiérrez-Castillo, J. J., Llorente-Cejudo, M. C. y Valencia, R. (2019). Difficulties in the incorporation of Augmented reality in university education: Visions from the experts. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 8(2), 126. <https://doi.org/10.7821/naer.2019.7.409>
- Boel, C., Rotsaert, T., Valcke, M., Rosseel, Y., Struyf, D. y Schellens, T. (2023). Are teachers ready to immerse? Acceptance of mobile immersive virtual reality in secondary education teachers. *Research in Learning Technology*, 31. <https://doi.org/10.25304/rlt.v31.2855>
- Buss, R. R., Foulger, T. S., Wetzels, K. y Lindsey, L. (2018). Preparing teachers to integrate technology into K-12 instruction II: Examining the effects of technology-infused methods courses and student teaching. *Journal of Digital Learning*

- in *Teacher Education*, 34(3), 134-150. <https://doi.org/10.1080/21532974.2018.1437852>
- Bybee, R. W. (2013). *The case of STEM education: challenges and opportunities*. National Science Teachers Association.
- Cabello, V. M., Martínez, M. L., Armijo, S. y Maldonado, L. (2021). Promoting STEAM learning in the early years: “Pequeños Científicos” Program. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*, 9(2). <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.2.1401>
- Cabero-Almenara, J., Romero-Tena, R., Llorente-Cejudo, C. y Palacios-Rodríguez, A. (2021). Academic Performance and Technology Acceptance Model (TAM) Through a Flipped Classroom Experience: Training of Future Teachers of Primary Education. *Contemporary Educational Technology*, 13(3), ep305. <https://doi.org/10.30935/cedtech/10874>
- Cabero-Almenara, J., Vázquez-Cano, E., Villota-Oyarvide, W. R. y López-Meneses, E. (2021). La innovación en el aula universitaria a través de la realidad aumentada. Análisis desde la perspectiva del estudiantado español y latinoamericano. *Revista Electrónica Educare*, 25(3), 1-17. <https://doi.org/10.15359/ree.25-3.1>
- Cardona, M. (2002). *Introducción a los métodos de investigación en educación*. EOS.
- Chang, S. C., Hsu, T. C., Kuo, W. C. y Jong, M. S. Y. (2019). Effects of applying a VR-based two-tier test strategy to promote elementary students’ learning performance in a Geology class. *British Journal of Educational Technology*, 51(1), 148-165. <https://doi.org/10.1111/bjet.12790>
- Cheng, K. H. y Tsai, C. C. (2020). Students’ motivational beliefs and strategies, perceived immersion and attitudes towards science learning with immersive virtual reality: A partial least squares analysis. *British Journal of Educational Technology*, 51(6) 2139-2158. <https://doi.org/10.1111/bjet.12956>
- Chng, E., Tan, A. L. y Tan, S. C. (2023). Examining the use of emerging technologies in schools: A review of artificial intelligence and immersive technologies in STEM education. *Journal for STEM Education Research*. <https://doi.org/10.1007/s41979-023-00092-y>
- Christensen, R. (2002). Effects of technology integration education on the attitudes of teachers and students. *Journal of Research on Technology in Education*, 34(4), 411-433. <https://doi.org/10.1080/15391523.2002.10782359>
- Cviko, A., McKenney, S. y Voogt, J. (2014). Teacher roles in designing technology-rich learning activities for early literacy: A cross-case analysis. *Computers & Education*, 72, 68-79. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2013.10.014>
- Del Moral Pérez, M. E., Neira Piñeiro, M. R., Castañeda Fernández, J. y López-Bouzas, N. (2022). Competencias docentes implicadas en el diseño de Entornos Literarios Inmersivos: conjugando proyectos STEAM y cultura maker. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(1), 59-82. <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.33839>
- Dubé, A. K. y Wen, R. (2022). Identification and evaluation of technology trends in K-12 education from 2011 to 2021. *Education and Information Technologies*, 27(1), 1929-1958. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10689-8>
- Ertmer, P. A., Ottenbreit-Leftwich, A. T., Sadik, O., Sendurur, E. y Sendurur, P. (2012). Teacher beliefs and technology integration practices: A critical relationship. *Computers & Education*, 59(2), 423-435. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.02.001>
- Ferrada, C., Carrillo-Rosúa, F. J., Díaz-Levicoy, D. y Silva-Díaz, F. (2020). La robótica desde las áreas STEM

- en Educación Primaria: una revisión sistemática. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 21(0), 18. <https://doi.org/10.14201/eks.22036>
- Fleer, M. (2013). Affective imagination in science education: determining the emotional nature of scientific and technological learning of young children. *Research in Science Education*, 43(5), 2085-2106. <https://doi.org/10.1007/s11165-012-9344-8>
- Freeman, A., Adams, S., Cummins, M., Davis, A. y Hall, C. (2017). *NMC/CoSN Horizon Report: 2017 K-12 Edition*. The New Media Consortium.
- García-Vandewalle, J. M., García-Carmona, M., Trujillo Torres, J. M. y Moya-Fernández, P. (2022). The integration of emerging technologies in socioeconomically disadvantaged educational contexts. The view of international experts. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(4), 1185-1197. <https://doi.org/10.1111/jcal.12677>
- Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C. y Baptista Lucio, M. (2014). *Metodología de la investigación* (6th ed.). McGraw-Hill Education.
- Hod, Y. (2017). Future learning spaces in schools: Concepts and designs from the learning sciences. *Journal of Formative Design in Learning*, 1(2), 99-109. <https://doi.org/10.1007/s41686-017-0008-y>
- Hung, D. y Khine, M. S. (Eds.). (2006). *Engaged learning with emerging technologies*. Springer-Verlag. <https://doi.org/10.1007/1-4020-3669-8>
- Liu, R., Wang, L., Lei, J., Wang, Q. y Ren, Y. (2020). Effects of an immersive virtual reality-based classroom on students' learning performance in science lessons. *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2034-2049. <https://doi.org/10.1111/bjet.13028>
- Lui, M. y Slotta, J. D. (2014). Immersive simulations for smart classrooms: exploring evolutionary concepts in secondary science. *Technology Pedagogy and Education*, 23(1), 57-80. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2013.838452>
- Makokha, J. (2017). Emerging technologies and science teaching. En K. S. Taber y B. Akpan (eds.), *Science education* (pp. 369-383). Sense Publishers. [https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8\\_27](https://doi.org/10.1007/978-94-6300-749-8_27)
- Makransky, G., Petersen, G. B. y Klingenberg, S. (2020). Can an immersive virtual reality simulation increase students' interest and career aspirations in science? *British Journal of Educational Technology*, 51(6), 2079-2097. <https://doi.org/10.1111/bjet.12954>
- Martín-Páez, T., Aguilera, D., Perales-Palacios, F. J. y Vilchez-González, J. M. (2019). What are we talking about when we talk about STEM education? A review of literature. *Science Education*, 103(4), 799-822. <https://doi.org/10.1002/sce.21522>
- Martínez Pérez, S. y Fernández Robles, B. (2018). Objetos de Realidad Aumentada: percepciones del alumnado de Pedagogía. *Pixel bit*, 53, 207-220. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i53.14>
- Nikimaleki, M. y Rahimi, M. (2022). Effects of a collaborative AR-enhanced learning environment on learning gains and technology implementation beliefs: Evidence from a graduate teacher training course. *Journal of Computer Assisted Learning*, 38(3), 758-769. <https://doi.org/10.1111/jcal.12646>
- Nistor, N., Stanciu, D., Lerche, T. y Kiel, E. (2019). "I am fine with any technology, as long as it doesn't make trouble, so that I can concentrate on my study": A case study of university students' attitude strength related to educational technology acceptance. *British Journal of Educational Technology: Journal of the Council for Educational Technology*, 50(5), 2557-2571. <https://doi.org/10.1111/bjet.12832>
- Pellas, N., Fotaris, P., Kazanidis, I. y Wells, D. (2019). Augmenting the learning

- experience in primary and secondary school education: a systematic review of recent trends in augmented reality game-based learning. *Virtual Reality*, 23(4), 329-346. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0347-2>
- Radianti, J., Majchrzak, T. A., Fromm, J. y Wohlgenannt, I. (2020). A systematic review of immersive virtual reality applications for higher education: Design elements, lessons learned, and research agenda. *Computers & Education*, 147(103778). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103778>
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-27.
- Sánchez-Prieto, J. C., Huang, F., Olmos-Migueláñez, S., García-Peñalvo, F. J. y Teo, T. (2019). Exploring the unknown: The effect of resistance to change and attachment on mobile adoption among secondary pre-service teachers. *British Journal of Educational Technology: Journal of the Council for Educational Technology*, 50(5), 2433-2449. <https://doi.org/10.1111/bjet.12822>
- Silva-Díaz, F., Carrillo-Rosúa, J. y Fernández-Plaza, J. A. (2021). Uso de tecnologías inmersivas y su impacto en las actitudes científico-matemáticas del estudiantado de Educación Secundaria Obligatoria en un contexto en riesgo de exclusión social. *Educación*, 57(1), 119-138. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1136>
- Silva-Díaz, F., Fernández-Ferrer, G., Vázquez-Vilchez, M., Ferrada, C., Narváez, R. y Carrillo-Rosúa, J. (2022). Tecnologías emergentes en la educación STEM. Análisis bibliométrico de publicaciones en Scopus y WoS (2010-2020). *Bordón. Revista de Pedagogía*, 74(4), 25-44. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2022.94198>
- Thibaut, L., Ceuppens, S., De Loof, H., De Meester, J., Goovaerts, L., Struyf, A., Bovee-de Pauw, J., Dehaene, W., Deprez, J., De Cock, M., Hellinckx, L., Knipprath, H., Langie, G., Struyven, K., Van de Velde, D., Van Petegem, P. y Depaepe, F. (2018). Integrated STEM education: A systematic review of instructional practices in secondary education. *European Journal of STEM Education*, 3(1). <https://doi.org/10.20897/ejsteme/85525>
- Toma, R. B. y Greca, I. M. (2018). The effect of integrative STEM instruction on elementary students' attitudes toward science. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 14(4), 1383-1395. <https://doi.org/10.29333/ejmste/83676>
- Toma, R. B. y Meneses-Villagrà, J. A. (2019). Preferencia por contenidos científicos de física o de biología en educación primaria: un análisis clúster. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16(1), 1104. [https://doi.org/10.25267/Rev\\_Eureka\\_ensen\\_divulg\\_cienc.2019.v16.i1.1104](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i1.1104)
- Xia, L. y Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127, 267-282. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>
- Zollman, A. (2012). Learning for STEM literacy: STEM literacy for learning. *School Science and Mathematics*, 112(1), 12-19. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2012.00101.x>

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 26 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 15 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 2 de octubre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024

# Desarrollo de apps de realidad virtual y aumentada para enseñanza de idiomas: un estudio de caso

## Development of virtual and augmented reality apps for language teaching: a case study



✉ Concepción Valero-Franco - *Universidad de Cádiz, UCA (España)*

✉ Anke Berns - *Universidad de Cádiz, UCA (España)*

### RESUMEN

Los avances tecnológicos de las últimas décadas y su creciente accesibilidad, suponen para los docentes un reto permanente. El presente trabajo se basa en nuestra propia experiencia con el uso de herramientas digitales para la enseñanza de idiomas, concretamente para el alemán como lengua extranjera. Se muestra cómo hemos respondido a las tendencias digitales de los últimos años en el ámbito educativo, incorporando progresivamente recursos tecnológicos para facilitar a nuestros estudiantes la adquisición de conocimientos y destrezas lingüísticas. Integrar estos recursos, sin tener conocimientos de programación y sin el constante apoyo de personal informático, nos ha llevado a explorar y usar herramientas de desarrollo, convirtiéndonos de usuarios de las tecnologías en desarrolladores de nuestras propias apps de Realidad Virtual (RV) y Realidad Aumentada (RA). En este contexto, se presenta un caso de estudio llevado a cabo con 72 estudiantes universitarios, en el que se analiza y compara el potencial educativo y motivador de dos apps creadas recientemente por los autores de este artículo con CoSpaces y ARTutor. Como instrumento de investigación se utilizó un cuestionario basado en el Technology Acceptance Model de Davis (1989), realizando con SPSS V27 un análisis estadístico de la información obtenida. Los resultados manifiestan la idoneidad y el enorme potencial de las apps desarrolladas, no existiendo entre ellas diferencias significativas con respecto a la utilidad o al potencial motivador (Test de Wilcoxon). El uso prolongado de estas apps nos permitirá analizar su impacto frente a otros recursos y diseñar las posibles mejoras.

**Palabras clave:** tecnología de la educación; nuevas tecnologías; enseñanza de idiomas; estudios universitarios; estudio de caso.

### ABSTRACT

Technological advances in recent decades and their increasing accessibility pose a constant challenge to teachers. This paper is based on our experience of using digital tools in language teaching, with a particular focus on German as a foreign language. The paper illustrates how we have responded to digital trends in education by gradually incorporating technological resources to facilitate students' acquisition of language knowledge and skills. In addition, the need to integrate such resources without having specific programming skills and without depending on the support of information technology (IT) staff encouraged us to explore and use development tools, turning us from technology users into developers of our own virtual (VR) and augmented reality (AR) apps. In this context, a case study of 72 university students is presented. The study analyses and compares the educational and motivational potential of the two apps developed by the authors using CoSpaces and ARTutor. The research instrument used was a questionnaire based on the technology acceptance model by Davis (1989), and the results were statistically analysed using SPSS V27. The results of the Wilcoxon test show the suitability and great potential of the developed apps, with no significant differences between them in terms of usefulness or motivational potential. The long-term use of these apps will allow us to analyse their impact compared to other resources, leading to the design of possible improvements.

**Keywords:** educational technology; new technologies; language teaching; university studies; case study.

## INTRODUCCIÓN

Los avances tecnológicos de las últimas décadas y su creciente accesibilidad por parte de los usuarios han cambiado, y en muchos casos incluso revolucionado, tanto nuestra forma de vivir, de trabajar y de relacionarnos, como también nuestra forma de comunicarnos. Conceptos como inteligencia artificial (IA), big data, algoritmo, e-learning, reconocimiento facial, ciudadanía digital, quantified self, chat GPT, metaverso y otras muchas, inundan nuestro día a día.

El potencial de las tecnologías digitales, centradas en reducir y superar obstáculos relacionados con el tiempo, la distancia y/o el espacio, son claves en este proceso de cambio constante en todos los ámbitos de la sociedad.

En este sentido, organismos internacionales como la UNESCO (2018), la Unión Europea o la ONU (2019), han reiterado en numerosas ocasiones la necesidad de promover la integración de las tecnologías digitales, en aras de avanzar y mejorar, no solo en ámbitos específicos como el laboral, el personal o el educativo, sino en búsqueda de un desarrollo global sostenible. Encontrar soluciones inclusivas y desarrollar competencias digitales se convierte en una prioridad (García Aretio, 2019).

Si la educación se caracterizó durante siglos por una enseñanza presencial (*face-to-face*) en la cual los recursos de enseñanza-aprendizaje se basan en manuales y materiales en formato papel, los avances tecnológicos y la tendencia al uso de nuevos recursos no han dejado de evolucionar y diversificar los modelos de enseñanza-aprendizaje. Por otra parte, la reciente pandemia y el confinamiento a nivel mundial han hecho más visible que nunca la necesidad de esa transformación digital (López-Belmonte et al., 2023; Zalite y Zvirbule, 2020).

Analizando la evolución tecnológica y digital de los últimos años, la creación de la Web1 en 1989 y sus versiones extendidas (Web2, Web3 y Web4) han abierto un enorme abanico de posibilidades para crear nuevos entornos basados en la interacción, colaboración y co-creación entre sus usuarios (Tavakoli y Wijesinghe, 2019); así como, una extensa gama de posibilidades en la personalización de los contenidos.

En este contexto de expansión tecnológica es donde comienzan a desarrollarse y consolidarse nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje: el aprendizaje electrónico (*e-learning*), el aprendizaje mixto (*b-learning* o *blended learning*) (Souabi et al., 2021) con su más conocido modelo pedagógico, la clase invertida (*flipped classroom*) (López-Belmonte et al., 2021), el aprendizaje móvil (*m-learning*) (Lazar y Milena, 2013), el aprendizaje ubicuo (*u-learning* o *ubiquitous learning*) (Aljawarneh, 2020) y el aprendizaje adaptativo y personalizado (*adaptive/personalized learning*) (Xie et al., 2019). En paralelo van adquiriendo protagonismo:

- Múltiples plataformas de aprendizaje electrónico o Learning Management Systems (LMSs) (*Claroline, WebCT, Blackboard, Moodle, Sakai*) (Dobre, 2015).

- Apps interactivas, videojuegos comerciales y videojuegos educativos (*serious games*) que fomentan el entretenimiento, la interacción masiva y *online* e, incluso, el aprendizaje gamificado (Jabbari y Eslami, 2019; Peterson, 2016).
- Redes sociales (*Facebook, Twitter, Instagram, Youtube*) que surgen ante la necesidad de contactar y compartir información a través de la red (Chartrand, 2012).
- Entornos y mundos virtuales que, alimentados por las singularidades y ventajas de los videojuegos masivos y online, configuran estos nuevos escenarios (*Active World, Second Life*, entre otros) (Molka-Danielsen y Deutschmann, 2009).

Al mismo tiempo son innumerables las herramientas de desarrollo que nacen para poder crear plataformas, apps, videojuegos o entornos virtuales, permitiendo compartir materiales educativos a través de ellas. Herramientas de desarrollo, inicialmente comerciales y dirigidas a profesionales con conocimientos en programación, pero actualmente con alternativas de acceso gratuito o de bajo coste que, además, permiten crear y diseñar libremente contenidos y materiales alineados con las necesidades del usuario sin conocimientos informáticos (Terzopoulos et al., 2021; Vert y Andone, 2019). Tecnologías y herramientas digitales que presentan distintas alternativas pero que todas se caracterizan, no solo por brindar la oportunidad de crear nuevos entornos de enseñanza-aprendizaje, sino también nuevas formas de interactuar, relacionarse y promover el aprendizaje.

A día de hoy, plataformas como Moodle o Blackboard están consolidadas. El uso de recursos audiovisuales (podcasts, audios, videos) y la comunicación a través de plataformas y redes sociales es una realidad. Cualquier Moodle contiene enlaces a apps de videoconferencias (*Meet, Zoom o BigBlueButton*) y permite compartir recursos muy variados (documentos, de texto, presentaciones multimedia, videos, audios, páginas web, blogs). No obstante, el desarrollo tecnológico aplicable al ámbito de la enseñanza, concretamente de la enseñanza universitaria es mucho más amplio, el desarrollo de apps de Realidad Virtual (RV) (Parmaxi, 2023) y más recientemente de Realidad Aumentada (RA) o Realidad Mixta (RM) es evidente (Parmaxi y Demetriou, 2020). La incorporación de chatbots, un software basado en IA capaz de simular conversaciones en tiempo real (Neumann et al., 2021) o el Metaverso, como entorno en el que coexisten el mundo real y el virtual permitiendo a sus usuarios moverse entre ambos al mismo tiempo (Aydin, 2023; López-Belmonte et al., 2023), han llegado para quedarse y, antes o después, formar parte del proceso educativo.

Los avances tecnológicos junto a la creación y expansión de nuevos modelos y herramientas de enseñanza-aprendizaje también se han hecho notar en la enseñanza de idiomas. Un importante hito en este sentido fue la implementación de los entornos virtuales de aprendizaje (VLEs)/LMSs por un lado y la creación de mundos virtuales por otro. Mientras los primeros se caracterizan, principalmente, por facilitar múltiples herramientas de aprendizaje individual (documentos de texto,

recursos multimedia, etc.) y colaborativo (blogs, foros y wikis), los mundos virtuales ofrecen la posibilidad de diseñar entornos habitualmente difíciles de recrear en el aula y que, además, permiten la inmersión lingüística fuera de ella.

Algunas implementaciones, como las descritas por Canto et al. (2014), Molka-Danielsen y Deutschmann (2009) y Jauregi y Canto (2012), son ejemplos que destacan de los mundos virtuales, entre otros aspectos, su potencial para trabajar y fortalecer la competencia oral e intercultural de los estudiantes. Otros autores como Melchor-Couto (2017) destacan, además, su capacidad de reducir factores como la ansiedad, que habitualmente dificultan el proceso adquisitivo de la lengua pero que se produce en muchos hablantes a la hora de tener que comunicarse en una lengua que no es la suya (Krashen, 2003). El hecho de poder comunicarse en los mundos virtuales mediante un avatar y, por lo tanto, no verse físicamente expuesto delante de otros hablantes, contribuye positivamente en muchos aprendices a reducir dicha ansiedad.

Otros trabajos que han destacado el potencial de los mundos virtuales para brindar a los aprendices ocasiones valiosas para la interacción en lengua meta, el aprendizaje colaborativo y el desarrollo de la competencia comunicativa, son los desarrollados por Balderas et al. (2017) o Palomo-Duarte et al. (2018). Las implementaciones desarrolladas por estos autores destacan la ventaja de combinar dos herramientas distintas, como son los videojuegos y los mundos virtuales, aprovechando las particularidades de cada uno para potenciar el aprendizaje.

Así, el aprendizaje de lenguas asistido por ordenador (CALL), centrado en un primer momento en la interacción del usuario con el ordenador, y el software o las páginas webs de aprendizaje creadas para este propósito, empiezan a enriquecerse cada vez más integrando nuevas herramientas (chat, email, programas de audio y videoconferencia, entre otras) que facilitan la interacción y comunicación con otros hablantes de la lengua meta (Levy y Stockwell, 2013).

El creciente acceso a nuevos dispositivos (teléfonos móviles, tablets, smartphones, gafas de RV y RA) y la tendencia en la educación digital de emplear tecnologías de última generación para hacer más atractivo el aprendizaje, adaptándolo al ritmo y tipo de vida de los aprendices, contribuye pronto a la creación y gradual consolidación de otras metodologías como el aprendizaje móvil de lenguas (MALL) y el aprendizaje de lenguas a través de la RV (VRALL) y RA (Burston y Giannakou, 2022; Heil et al., 2016; Parmaxi y Demetriou, 2020).

Si metodologías como CALL ya brindaron valiosas oportunidades para facilitar el acceso del alumnado a una gran variedad de recursos de aprendizaje, el uso de dispositivos móviles cada vez más sofisticados y, posteriormente, de gafas de RV y RA, incrementó y facilitó aún más las posibilidades de aprendizaje, ya sea mediante la interacción y colaboración con otros usuarios (SMS, llamadas de voz y audio) o mediante la interacción con gafas de RV y RA con entornos inmersivos de aprendizaje. Asimismo, el uso de dispositivos móviles permitió un aprendizaje cada vez más ubicuo, facilitando el acceso a cualquier material, en cualquier momento

y desde cualquier lugar (Hua y Wang, 2023; Karakaya y Bozkurt, 2022; Kukulska-Hulme y Viberg, 2018).

A pesar del enorme potencial que brindan los mundos virtuales y las apps diseñadas con RV y RA dentro de la enseñanza de idiomas, no son pocas las dificultades a la hora de utilizarlas e implementarlas. Autores como Czepielewski et al. (2011), Garrido-Iñigo y Rodríguez-Moreno (2015), Palomo-Duarte et al. (2018) y Jauregi-Ondarra y Canto (2022) mencionan en sus trabajos las desventajas más destacadas en sus experiencias como docentes y usuarios de los mundos virtuales como herramienta de enseñanza-aprendizaje:

- necesidad de un servidor potente, capaz de garantizar una conexión estable y un buen funcionamiento del mundo virtual;
- necesidad de apoyo informático para el diseño y mantenimiento del mundo virtual y de los recursos creados en él, y para el seguimiento de los estudiantes y su proceso de aprendizaje.

Si hablamos del uso de la RV o RA, son muchas las apps que se encuentran en plataformas comerciales como *Google Play* o *App Store* y otras muchas las herramientas que nos permiten diseñarlas sin necesidad de apoyo informático (Terzopoulos et al., 2021) aunque presenten nuevas dificultades:

- el software de desarrollo es a menudo incompatible con diferentes sistemas operativos y versiones de dispositivos;
- la mayoría del actual software de desarrollo disponible de forma gratuita y de fácil uso es muy básico, suponiendo un coste aún elevado el disponer de la versión completa.

El presente trabajo, enmarcado dentro del ámbito de la enseñanza universitaria, parte de nuestra propia experiencia docente. Durante esta década aprender a enseñar ha sido nuestro reto como docentes. Los avances tecnológicos y la integración de las tecnologías en las aulas universitarias, nos ha permitido ir desarrollando recursos digitales que han sido integrados, parcial o totalmente, en el transcurso de la actividad académica. Hemos pasado, en pocos años, de la clase magistral a la enseñanza mixta, a la clase invertida y a un aprendizaje colaborativo, ubicuo, personalizado y significativo, donde el estudiante se ha convertido en actor principal e imprescindible del proceso. Factores como su actitud o su motivación son de una relevancia importante de cara a alcanzar objetivos. Acercar el aula a su realidad diaria, al entorno que el estudiante conoce y maneja, facilita enormemente el proceso porque lo sitúa en un contexto real y familiar, cognitiva y afectivamente. Este aprendizaje cercano, empleando contextos reales y palpables, hace posible una enseñanza situada y contextualizada que facilita sin duda la adquisición de cuantas destrezas, habilidades y conocimientos se le exigen en los planes de estudios.

La educación actual necesita adaptarse a estos cambios y hacer uso de los recursos tecnológicos disponibles a fin de facilitar y fomentar un aprendizaje permanente (*lifelong learning*) e inclusivo.

No obstante, son muchas las situaciones en las que o bien el docente no está preparado para gestionar los recursos o estos no se adaptan a sus necesidades (Romano et al., 2020) o a las impuestas por el diseño curricular de los títulos universitarios. Además, incorporar estas herramientas suele suponer un empleo de tiempo extraordinario y un esfuerzo añadido que no siempre se sabe a priori si es fructífero. Si a esta realidad añadimos la brecha digital aún existente y el respeto a principios básicos de la ética, como la igualdad de oportunidades junto a la utilidad, accesibilidad o escalabilidad de las tecnologías, nos encontramos en un ámbito tecnológicamente posible pero metodológicamente aún lejos de la realidad. Nos encontramos en un mundo tecnológico que avanza más rápido que la enseñanza digital y, por supuesto, más rápido que nosotros mismos.

## EDUCACIÓN DIGITAL EN LA ENSEÑANZA DE IDIOMAS

### Una experiencia docente

Hoy día son muchos los docentes de la enseñanza de idiomas que han incorporado tecnología digital a sus aulas y muchos los trabajos de investigación que se pueden encontrar al respecto. Sin embargo, si es difícil encontrar la herramienta y los recursos ideales para quien quiere aprender una lengua, no es más fácil encontrarlos para quien la enseña, ya que muchos de los recursos comerciales disponibles no permiten adaptar o implementar su contenido para alinearlos con las necesidades de enseñanza-aprendizaje (Heil et al., 2016). El desarrollo tecnológico en las últimas dos décadas y nuestra inquietud como docentes por innovar, nos llevó a explorar de forma paulatina el uso de diferentes tecnologías, tendiendo a incorporar cuantas herramientas agilizan el aprendizaje, siempre y cuando metodológica y pedagógicamente fuese posible, limitados por nuestra capacidad de diseñarlas y crearlas.

Moodle nos brindó la posibilidad de completar nuestra enseñanza en el aula con numerosos materiales y recursos adicionales para el aprendizaje autónomo fuera del aula. Dichos materiales se centraron principalmente en recursos multimedia (ejercicios interactivos con retroalimentación integrada, podcasts, vídeos con hablantes nativos) y en el uso de herramientas colaborativas como foros, chats, glosarios. Mientras los primeros nos permitían facilitar a nuestros estudiantes importantes recursos para enriquecer su *input* lingüístico, los segundos nos permitían facilitarles herramientas para usar y practicar la lengua meta elaborando videos con otros compañeros de clase y compartiéndolos vía foro con el docente y demás participantes del curso. Aunque la acogida de estos nuevos recursos de enseñanza-aprendizaje fue muy positiva por parte de nuestros estudiantes, como

también los resultados en cuanto al proceso adquisitivo de la lengua, pronto sentimos la necesidad de explorar entornos adicionales. Esta necesidad surgió, ante todo, por intentar extender el proceso adquisitivo iniciado dentro del aula al aprendizaje fuera del aula.

Los mundos virtuales nos brindaron en este sentido, por un lado, la oportunidad de crear no sólo entornos de aprendizaje más atractivos, dinámicos e interactivos, comparado con aquellos ofrecidos por Moodle u otros LMSs, sino, a la vez, más afines a los entornos usados habitualmente por nuestros estudiantes en su tiempo libre (videojuegos, entornos *online*, etc). Por otro lado, la implementación de mundos virtuales que respondiesen a nuestras necesidades docentes requería de apoyo informático para su diseño y administración. De ahí que las primeras experiencias con el uso y la implementación de mundos virtuales estuvieron marcadas por una estrecha colaboración con docentes y expertos en desarrollo de software. Junto a ellos diseñamos nuestro primer videojuego llamado *Supermarket-Game* donde el estudiante, mediante diferentes actividades individuales y competitivas, tenía la oportunidad de adquirir vocabulario relativo a los productos de un supermercado y posteriormente realizar una compra virtual a partir de la lista de productos disponibles (Figura 1) (Berns et al., 2013).

**Figura 1**  
*Supermarket-Game*



Debido al impacto positivo tanto en la motivación como en el aprendizaje de los estudiantes, nos planteamos seguir explorando el potencial de los mundos virtuales para crear e implementar más entornos ahora mucho más colaborativos, desde la creación de una tienda (*Saturn-Game*), una casa (*Hidden-Room Game*), hasta una cafetería (Figura 2. *GEFE-Game*). La interacción entre los jugadores, o con un bot

en el caso del *GEFE-Game*, tuvo lugar mediante text-chat, función que se habilitó en cada uno de los juegos.

**Figura 2**  
*GEFE-Game*



El alto potencial de dichos entornos para incentivar el uso y la interacción con otros hablantes en lengua meta, fue contrastado mediante distintos casos de estudio a lo largo de varios cursos académicos con estudiantes del nivel A1 de alemán de la Universidad de Cádiz (Palomo-Duarte et al., 2018).

El constante desarrollo de las tecnologías móviles, junto a la expansión de los teléfonos inteligentes entre nuestro alumnado, nos invitó a explorar pronto nuevos entornos de aprendizaje, basados en el aprendizaje móvil (m-learning). El primer entorno diseñado fue una app llamada *VocabTrainerA1* centrada en la adquisición de vocabulario y gramática, trabajando al mismo tiempo la comprensión y expresión escrita junto a la competencia comunicativa. Este entorno combina varios mini-juegos individuales con una gymkhana colaborativa (*Catch me if you can!*) que requiere de los jugadores usar los conocimientos lingüísticos adquiridos anteriormente para atrapar conjuntamente –mediante un juego de rol– a un asesino en serie antes de que cometa su siguiente crimen. La interacción de esta app colaborativa se recoge en el servidor en el que se alojó la app y que nos permitió analizar la participación y el proceso de aprendizaje de cada estudiante.

Con la finalidad de no trabajar sólo competencias y contenidos lingüísticos (vocabulario, gramática, comprensión y expresión escritas) sino también las competencias transversales (pensamiento crítico analítico, trabajo en equipo mediante evaluación por pares), diseñamos una segunda app, llamada *Guess it! Language Trainer*. Esta app proporciona un entorno gamificado y altamente dinámico, basado en el aprendizaje comunitario, permitiendo al usuario tanto

adquirir nuevo *input* lingüístico (vocabulario, gramática, estructuras lingüísticas) como aplicarlo, creando y añadiendo nuevo contenido a la app, a partir de lo adquirido anteriormente. *Guess it! Language Trainer* se basa en una arquitectura cliente-servidor, en la cual el servidor coordina múltiples dispositivos móviles. La conexión del servidor con la red y el sistema permite identificar la interacción de cada usuario con la app, guardando los datos en el portal web del docente y permitiéndole tanto detectar posibles dificultades por parte de sus estudiantes cómo evaluar su proceso de aprendizaje.

La interacción asíncrona de *Guess it! Language Trainer* nos llevó a diseñar *Terminkalender*, como modelo de app que permitiese una mayor interacción y colaboración entre los usuarios y, sobre todo, una comunicación síncrona entre múltiples usuarios bajo una arquitectura cliente-servidor (Isla-Montes et al., 2022).

Con el propósito de explorar las posibilidades de crear entornos inmersivos mediante el uso de videos de 360° y la implementación de un chatbot, se crea *Let's date!* una app de RV. El uso de un chatbot nos permitió, además, proporcionar al estudiante nuevas oportunidades para una inmersión lingüística y una interacción casi real en lengua meta, aunque ello no pueda reemplazar completamente a la interacción entre humanos. En nuestro diseño *Let's date!* se recreó, por medio de varias grabaciones esféricas, un escenario (una agencia de citas) que proporciona a los estudiantes la oportunidad de sumergirse en “un mundo real” interactuando con “personas reales” (un empleado de una agencia de citas). *Let's date!* fue desarrollado usando Visual Environment for Designing Interactive Learning Scenarios (VEDILS), una herramienta de desarrollo que, aunque diseñada para no informáticos (Baena-Pérez et al., 2022), requiere conocimientos básicos de programación.

**Figura 3**  
*Let's date!*



A pesar del enorme potencial que nos brindaron las tecnologías anteriormente comentadas e implementadas en nuestras aulas, no fueron pocas las dificultades con las que nos encontramos como docentes no informáticos. Entre dichas dificultades destacan, ante todo, la constante dependencia de personal informático para

desarrollar, implementar y garantizar el buen funcionamiento de cualquier app basada en el uso de tecnología avanzada (TA). Estas dificultades nos empujaron pronto a buscar soluciones más sostenibles, es decir herramientas capaces de facilitar y agilizar tanto los procesos de creación como de implementación dentro y fuera del aula. En este sentido, la creciente proliferación y disponibilidad de apps de software libre y herramientas de desarrollo (Terzopoulos et al., 2021; Vert y Andone, 2019) nos brindó valiosas oportunidades para crear fácilmente entornos de RV y RA, alineados con nuestras necesidades docentes.

## LA ENSEÑANZA DE IDIOMAS CON REALIDAD VIRTUAL Y REALIDAD AUMENTADA

### El reto actual

Nuestra experiencia previa con la implementación de entornos virtuales nos ha permitido apreciar su potencial para la enseñanza de idiomas, brindándonos, no solo nuevas posibilidades de crear entornos altamente inmersivos e interactivos, sino también significativos y atractivos para nuestro alumnado, acostumbrado al uso de tecnologías avanzadas en su día a día. El interés por poder diseñar e implementar con facilidad nuevos entornos, nos condujo a evaluar herramientas de desarrollo con las que trabajar. Entre las distintas herramientas que evaluamos, se optó finalmente por CoSpaces1 y ARTutor2 que nos permitieron pasar de usuarios de plataformas y apps diseñadas por expertos en desarrollo de software a desarrolladores de nuestras propias apps de RV y RA. Como docentes no informáticos era un reto diseñar apps de RV y RA, como docentes de lenguas es un reto no solo crear las herramientas que faciliten el aprendizaje de la lengua meta, sino también obtener una respuesta positiva de los estudiantes en el proceso enseñanza-aprendizaje.

Se describen a continuación la app de RV diseñada con CoSpaces y la app de RA diseñada con ARTutor, al mismo tiempo que los resultados obtenidos al utilizarlas, evaluarlas y compararlas en un caso de estudio llevado a cabo en la Universidad de Cádiz.

### Descripción de la app de RV creada con CoSpaces

La app de RV diseñada (*360°-Sightseeing Tour*) consta de 22 vistas panorámicas de 360°, archivos de texto cortos y grabaciones de audio cuyo objetivo es adquirir diferentes contenidos y competencias lingüísticas (adquisición de vocabulario, potenciando la comprensión oral y la comprensión escrita), mediante un recorrido virtual por lugares característicos de la ciudad de Cádiz (plazas, parques, teatros, cafés y bares, edificios, ...). Para la elección de las distintas escenas que constituyen el tour virtual nos basamos en las temáticas y los contenidos lingüísticos recogidos

en el plan de estudios y el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas (MCERL) para estudiantes del nivel A1 (por ejemplo, el vocabulario relacionado con el lugar de residencia, la vida cotidiana y las actividades de tiempo libre).

Una vez descargada en sus dispositivos móviles, los estudiantes trabajan la lengua meta interactuando con la app de RV a través de los puntos de información de texto y/o audio creados previamente en cada escena (Figura 4).

#### **Figura 4**

*Ejemplo de vista panorámica con puntos de información en la app 360°-Sightseeing Tour*



#### **Descripción de la app de RA creada con ARTutor**

ARTutor, una herramienta de desarrollo totalmente gratuita, nos ha permitido crear *¿Quién soy yo?*, basada en un juego de adivinanzas en el que los estudiantes deben describir y adivinar diferentes personajes a partir de una foto. Consta de 20 marcadores de RA que esconden fotos de distintos personajes famosos (youtubers, actores, deportistas, ...).

La actividad fue diseñada dentro de uno de los bloques temáticos de la asignatura Alemán I que se centra en el vocabulario relacionado con el ámbito profesional y familiar, abarcando temas como las profesiones, aficiones, la personalidad o el aspecto físico. El objetivo de la actividad consistió en fomentar la práctica de vocabulario trabajado previamente en el aula, al mismo tiempo que fomentar el desarrollo de la comprensión y expresión oral de los estudiantes.

Una vez descargada la app en sus dispositivos móviles, los estudiantes trabajan en parejas que van cambiando en las distintas rondas de juego para ir describiendo y adivinando los personajes de sus respectivos marcadores de RA (Figura 5).

## Figura 5

Ejemplos de la app de RA ¿Quién soy yo?



## Objetivo de estudio

El estudio tuvo como objetivo analizar el potencial educativo y motivador que entre los estudiantes universitarios tienen las apps de RV y RA creadas (como ejemplos de recursos digitales que podemos desarrollar de forma autónoma). Para ello, nos planteamos las siguientes cuestiones:

- Q1. ¿Los entornos de RV y RA, como los creados con CoSpaces y ARTutor, facilitan el aprendizaje a los estudiantes?
- Q2. ¿Cómo evalúan los estudiantes el potencial motivador de los entornos de RV y RA?
- Q3. ¿Coincide la percepción de los estudiantes acerca de la app de RV con la de la app de RA?

## Participantes en el estudio

Se llevó a cabo un estudio de caso con 72 estudiantes que cursan alemán del nivel A1 en la Facultad de Filosofía y Letras de la Universidad de Cádiz. Para seleccionar la muestra, el estudiante participante debió utilizar de forma autónoma las apps creadas en al menos una sesión, independientemente de la empleada de forma conjunta para conocer su manejo.

72 estudiantes proporcionaron su *feedback* para el análisis de *360º-Sightseeing Tour* y 70 para el análisis de *¿Quién soy yo?*

## Método y diseño de investigación

El método de investigación empleado se puede sintetizar en cuatro etapas. La primera de ellas centrada en la selección y el diseño de los instrumentos adecuados para recoger el *feedback* de los estudiantes sobre su experiencia de usuario mientras aprenden alemán con *360°-Sightseeing Tour* y *¿Quién soy yo?* La segunda, centrada en la recopilación de datos y, finalmente, la tercera y cuarta, dedicadas al análisis de la información a partir de las técnicas estadísticas que nos conducen a las conclusiones preliminares y sus consecuencias de cara a futuras implementaciones.

## Instrumento de investigación

Un cuestionario de experiencia del usuario basado en el modelo de aceptación de tecnología (TAM; Davis, 1989; Romano et al., 2020), fue adaptado a nuestro estudio para observar la percepción del estudiante en referencia a cuatro aspectos fundamentales: la facilidad de uso (PEU = perceived ease of use); el disfrute durante su uso (PE = perceived enjoyment); la utilidad (PU= perceived usefulness) y la intención de uso (intention to use = IU).

El cuestionario adaptado (ver Tabla 1) fue diseñado utilizando una escala Likert de 7 puntos (siendo 1 muy de acuerdo, 2 de acuerdo, 3 más o menos de acuerdo, 4 indeciso, 5 más o menos en desacuerdo, 6 en desacuerdo, 7 muy en desacuerdo).

**Tabla 1**  
*Cuestionario TAM adaptado*

Items	Descripción
PEU1	Comprender cómo operar con la app es fácil.
PEU2	Aprender a operar con la app es fácil.
PEU3	Recordar cómo operar con la app es fácil.
PEU4	Ser un experto en la app sería fácil para mí.
PEU5	La lectura de la información en la pantalla es fácil.
PEU6*	Las explicaciones orales son fáciles de entender.
PEU7	En general, encuentro que la app es fácil de usar.
PU1*	El uso de la app ayuda a comprender el contenido y el vocabulario muy rápidamente.
PU2	La app aumenta mi atención al contenido de la clase.
PU3	Creo que después de usar la app, obtendré mejores resultados en la prueba de vocabulario.
PU4	Creo que después de usar la app, obtendré mejores resultados al responder las preguntas sobre el tema.

Items	Descripción
PU5	Después de usar la app, he aprendido más vocabulario.
PU6	Después de usar la app, he aprendido más sobre el tema en general.
PU7	La app me ayudó a obtener una comprensión más profunda del tema.
PU8	La app facilita el aprendizaje de vocabulario.
PU9	En general, encuentro que la app es más útil para aprender.
PE1	La app hace que el aprendizaje sea más divertido.
PE2	Me gustó explorar el entorno diseñado mientras usaba la app.
PE3	Realizar la actividad es cautivador.
PE4	En general, disfruté usando la app.
PE5	En general, creo que la app fue emocionante.
IU1	Me gustaría tener esta app para aprender más temas de lenguas.
IU2	Usaría esta app para aprender lenguas extranjeras.
IU3	Recomendaría usar la app a otros estudiantes de lenguas.

\*No solicitadas en el análisis de ¿Quién soy yo? (RA con ARTutor)

## Recopilación de datos

La información obtenida se traduce en las siguientes variables a estudiar: app utilizada (RV o RA), percepción con respecto a la facilidad de uso (PEU1 a PEU7), percepción de disfrute (PE1 a PE5), percepción de utilidad (PU1 a PU9) e intención de uso (IU1 a IU3). La información recogida fue tratada para su análisis estadístico con SPSS V 27.

## Análisis y resultados

En primer lugar, comentar que existe una gran homogeneidad entre las respuestas de los 72 participantes, como indican sus cuasidesviaciones que oscilan entre 0.459 (PU1) y 1.254 (IU1) en una escala de medida del 1 a 7. Aunque estos datos nos llevan a un error máximo en la estimación por intervalos para la respuesta media de cada variable comprendido entre 0.109 y 1.2988, error que puede considerarse suficientemente pequeño al 95 % de confianza, hubiese sido preferible contar con un número mayor de participantes en nuestro estudio.

Dando respuesta a la primera cuestión planteada (Q1), los estudiantes coinciden en que la mayor ventaja de utilizar tanto la app *360°-Sightseeing Tour* como la app *¿Quién soy yo?* es aprender más (PU7) y más rápido (PU1). La Tabla 2 sintetiza los resultados globales obtenidos con respecto al potencial de aprendizaje y a la utilidad de las apps: desde el 49.86 % de los estudiantes que considera la app de RV muy útil,

56.07 % en el caso de la app de RA, hasta el porcentaje de estudiantes que considera las apps más o menos útiles, 10.68 % para RV y 6.07 % en el caso de RA. Ningún participante opinó que eran poco útiles o inútiles.

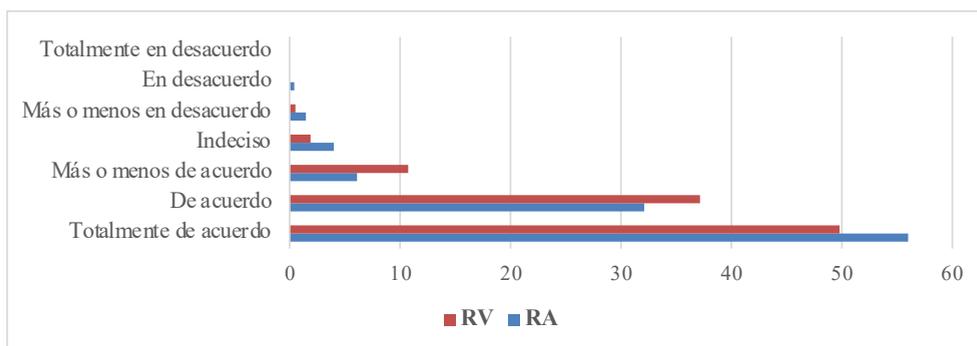
**Tabla 2**  
*Resultados sobre la utilidad de las apps*

Percepción de su utilidad	360º-Sightseeing Tour - RV		¿Quién soy yo? - RA	
	Porcentaje	Porcentaje acumulado	Porcentaje	Porcentaje acumulado
Totalmente de acuerdo	49.86	49.86	56.07	56.07
De acuerdo	37.17	87.02	32.14	88.21
Más o menos de acuerdo	10.68	97.70	6.07	94.29
Indeciso	1.84	99.54	3.93	98.21
Más o menos en desacuerdo	0.46	100.00	1.43	99.64
En desacuerdo			0.36	100.00
Totalmente en desacuerdo				

*Fuente:* elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con SPSS V27.

Resumiendo, el 97.70 % y el 94.29 % de los participantes considera la app de RV y la app de RA, respectivamente, válida para el aprendizaje (porcentaje acumulado respecto a su utilidad de totalmente de acuerdo, de acuerdo y más o menos de acuerdo). La Figura 6 ilustra los resultados de este análisis.

**Figura 6**  
*Percepciones de los estudiantes sobre el potencial de aprendizaje de las apps*



*Fuente:* elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con SPSS V27.

El potencial motivador de las dos apps analizadas, segunda cuestión planteada (Q2), se pone de manifiesto a través de los resultados recogidos en la Tabla 3 y representados en la Figura 7, respondiendo a:

- Su facilidad de uso (PEU). Resultando la app de RV incluso más fácil y manejable que la de RA. El 97.64 % manifestó la facilidad de uso de *360°-Sightseeing Tour*, mientras que desciende a un 91.25 % los que consideran fácil de usar *¿Quién soy yo?*
- Su naturaleza divertida y cautivadora (PE). Así, la gran mayoría puntuaron todos los ítems relacionados con PE entre 1 y 3 en la escala de Likert, lo que nos lleva a un 94.60 % de estudiantes que disfrutaron usando *360°-Sightseeing Tour* y un 97.99 % que dice disfrutar usando *¿Quién soy yo?*
- La intención de continuar usándolas (IU). Obteniendo una mayor proyección para la app de RA que para la app de RV. El 92.40 % recomendaría o usaría para el aprendizaje de idiomas *360°-Sightseeing Tour* y el 98.19 % lo haría con *¿Quién soy yo?*

De forma global, aparentemente ambas apps tienen la misma percepción motivacional. Un 94.88 % de los participantes usando *360°-Sightseeing Tour* y un 95.81 % de los participantes usando *¿Quién soy yo?* considera estas herramientas motivadoras para aprender idiomas, resaltando su carácter divertido, dinámico e interactivo, lo que hace que el aprendizaje sea emocionante y atractivo, a la vez que fácil.

Con la finalidad de extender este análisis y poder tomar decisiones futuras, hemos contrastado las posibles diferencias entre ambas apps con respecto a su potencial educativo y motivador, respondiendo a la tercera cuestión del estudio (Q3). El test de Wilcoxon (Tabla 4) nos lleva a concluir que no existen diferencias significativas ni en la percepción con respecto a su utilidad (P-valor 0.9063), ni en ninguno de los aspectos que conforman el potencial motivador (P-valores 0.2429, 0.2394 y 0.932 para la facilidad de uso (PEU), el disfrute (PE) y la intención de uso (IU) respectivamente). Si consideramos el potencial de las herramientas de forma global, tampoco se detectan diferencias significativas (P-valor 0.961).

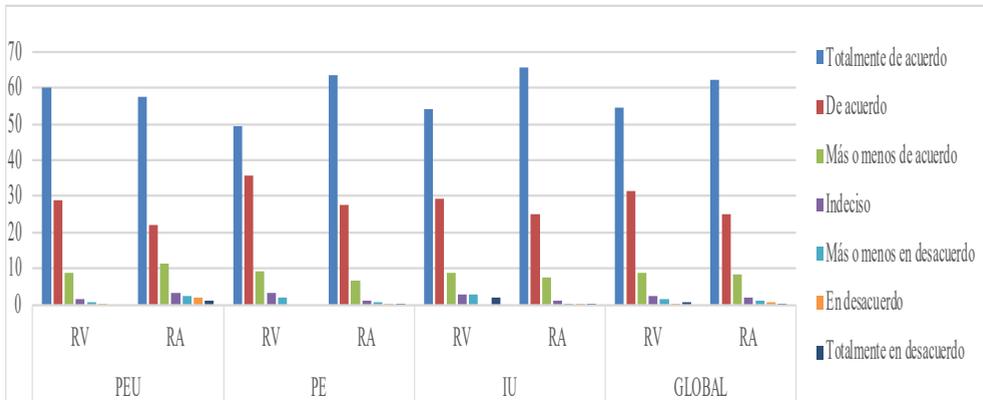
**Tabla 3**  
Resultados sobre percepción motivadora de las apps

Percepción motivacio- nal	360°-Sightseeing Tour - RV							
	Facilidad de Uso (PEU)		Disfrute (PE)		Intención de uso (IU)		Percepción motivacional (PEU+PE+IU)	
	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje	Acumulado
Totalmente de acuerdo	59.99	59.99	49.60	49.60	54.17	54.17	54.59	54.59
De acuerdo	28.96	88.95	35.82	85.42	29.20	83.37	31.33	85.91
Más o menos de acuerdo	8.69	97.64	9.18	94.60	9.03	92.40	8.97	94.88
Indeciso	1.50	99.14	3.34	97.94	2.80	95.20	2.55	97.43
Más o menos en desacuerdo	0.57	99.71	2.06	100.00	2.80	98.00	1.81	99.24
En desacuerdo	0.29	100.00			0.00	98.00	0.10	99.33
Totalmente en desacuerdo		100.00			2.00	100.00	0.67	100.00
	<i>¿Quién soy yo? - RA</i>							
Percepción motivacio- nal	Facilidad de Uso (PEU)		Disfrute (PE)		Intención de uso (IU)		Percepción motivacional (PEU+PE+IU)	
	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje	Acumulado	Porcentaje	Acumulado
Totalmente de acuerdo	57.50	57.50	63.59	63.59	65.76	65.76	62.29	62.29
De acuerdo	22.19	79.69	27.61	91.21	25.01	90.78	24.94	87.22
Más o menos de acuerdo	11.56	91.25	6.78	97.99	7.41	98.19	8.59	95.81
Indeciso	3.13	94.38	1.10	99.09	1.39	99.57	1.87	97.68
Más o menos en desacuerdo	2.50	96.88	0.82	99.91	0.42	99.99	1.25	98.93
En desacuerdo	1.88	98.75	0.07	99.98	0.01	100.00	0.65	99.58
Totalmente en desacuerdo	1.25	100.00	0.02	100.00			0.42	100.00

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con SPSS V27.

**Figura 7**

Representación de comparativa entre el potencial de ambas apps



**Tabla 4**

Test de Wilcoxon para comparar la percepción de RV y RA

	Valor del estadístico (V)	P-Valor	Diferencias significativas
Percepción de utilidad (PU)	37	0.9063	No
Facilidad de uso (PEU)	81.5	0.2429	No
Disfrute (PE)	137	0.2394	No
Intención de uso (IU)	62	0.932	No
Potencial en general	1181.5	0.961	No

Fuente: elaboración propia a partir de los resultados obtenidos con SPSS V27.

## CONCLUSIONES

En una sociedad cada vez más globalizada y diversa, donde nuestros estudiantes tienen fácil acceso a múltiples recursos digitales, se hace absolutamente necesario un aprendizaje efectivo y atractivo para ellos. El carácter dinámico e interactivo de las tecnologías y herramientas, despierta el interés de nuestros estudiantes e incrementa su motivación para aprender y, en nuestro caso, practicar la lengua meta.

Los resultados obtenidos en nuestro estudio como respuesta a las cuestiones planteadas (Q1, Q2 y Q3), manifiestan la idoneidad y el enorme potencial de las apps

desarrolladas, reafirmandonos en la necesidad de la digitalización de la enseñanza para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Poder ser desarrolladores de apps que, según nuestros propios estudiantes, facilitan el aprendizaje y la adquisición de las competencias que el dominio de una lengua exige, invita a continuar trabajando en esta línea.

Como muestra el estudio, el tipo de tecnología empleada no determina por sí solo el potencial educativo y motivador de los recursos digitales. Decidir cómo, cuándo y para qué integrar las tecnologías en nuestra enseñanza es importante, no sólo por involucrar a los estudiantes en el aprendizaje haciéndolo más ameno y dinámico, sino también para poder prevenir efectos secundarios adversos (Southgate et al., 2019). Equilibrar riesgos y ventajas de la educación digital, más aún con la incorporación constante de tecnología punta, es necesario para que esta conviva en el proceso de enseñanza. En este contexto, el carácter semi-inmersivo, exploratorio y participativo de las apps creadas, *360°-Sightseeing Tour* y *¿Quién soy yo?*, junto a su fácil acceso mediante dispositivos como los teléfonos inteligentes o las tablets, las hace adecuadas para involucrar a los estudiantes en su aprendizaje, haciéndolo más dinámico y comprensible. Las herramientas de desarrollo, tanto CoSpaces como ARTutor, fáciles de usar y sin coste económico añadido, contribuyen y respetan la accesibilidad y escalabilidad de la digitalización.

Por último, es necesario completar y mejorar el análisis del impacto académico y de la efectividad de las apps desarrolladas, implicando en la experiencia a un número mayor de participantes que asegure la generalidad de las conclusiones. Dada la reciente creación de las apps, el curso académico 2023-2024 será el escenario perfecto para prolongar el uso de estas herramientas y realizar los estudios comparativos que nos permitan analizar su impacto frente a otros recursos, así como diseñar posibles mejoras.

## NOTAS

1. <https://cospaces.io/edu/>
2. <https://artutor.ihu.gr/home/>

## Agradecimientos

Esta investigación ha contado con el apoyo parcial de MCIN/AEI, FEDER y EU NextGenerationEU/PRTR, a través de los siguientes proyectos: CRÊPES (PID2020-115844RB-I00), PID2020-114594GB-C22, TED2021-130875B-100, PHADAS (TED2021-132073B-I00).

## REFERENCIAS

- Aljawarneh, S. A. (2020). Reviewing and exploring innovative ubiquitous learning tools in higher education. *Journal of Computing in Higher Education*, 32, 57-73. <https://doi.org/10.1007/s12528-019-09207-0>
- Aydin, S. (2023). Teachers' Perceptions of the Use of the Metaverse in Foreign Language Teaching and Learning. En G. Durak y S. Cankaya, (Eds.), *Shaping the Future of Online Learning: Education in the Metaverse* (pp. 201-219). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-6684-6513-4.ch011>
- Balderas, A., Berns, A., Palomo-Duarte, M., Doderó, J. M. y Ruiz-Rube, I. (2017). Retrieving objective indicators from student logs in virtual worlds. *Journal of Information Technology Research (JITR)*, 10(3), 69-83. <https://doi.org/10.4018/JITR.2017070105>
- Baena-Pérez, R., Ruiz-Rube, I., Mota, J. M., Berns, A. y Balderas, A. (2022). Visual authoring of virtual reality conversational scenarios for e-learning. *Universal Access in the Information Society*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10209-022-00934-3>
- Berns, A., Gonzalez-Pardo, A. y Camacho, D. (2013). Game-like language learning in 3-D virtual environments. *Computers & Education*, 60(1), 210-220. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2012.07.001>
- Burston, J. y Giannakou, K. (2022). MALL language learning outcomes: A comprehensive meta-analysis 1994–2019. *ReCALL*, 34(2), 147-168. <https://doi.org/10.1017/S0958344021000240>
- Canto, S., de Graaff, R. y Jauregi, K. (2014). Collaborative tasks for negotiation of intercultural meaning in virtual worlds and video-web communication. En M. González-Lloret y L. Ortega, (Eds.), *Technology-mediated TBLT: Researching technology and tasks* (pp. 183-212). John Benjamins. <https://doi.org/10.1075/tblt.6>
- Chartrand, R. (2012). Social networking for language learners: Creating meaningful output with Web 2.0 tools. *Knowledge Management & E-Learning*, 4(1), 97. <https://doi.org/10.34105/j.kmel.2012.04.009>
- Czepielewski, S., Christodouloupoulou, C., Kleiner, J., Mirinaviciute, W. y Valencia, E. (2011). Virtual 3D tools in online language learning. En S. Czepielewski, (Ed.), *Learning a Language in Virtual Worlds. A Review of Innovation and ICT in Language Teaching Methodology. V-lang* (pp. 7-14). Warsaw Academy of Computer Science, Management and Administration.
- Davis, F. D. (1989). Perceived usefulness, perceived ease of use, and user acceptance of information technology. *MIS Quarterly*, 13(3), 319-340. <https://doi.org/10.2307/249008>
- Dobre, I. (2015). Learning Management Systems for higher education-an overview of available options for Higher Education Organizations. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 180, 313-320. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.02.122>
- García Aretio, L. (2019). Necesidad de una educación digital en un mundo digital. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), 9-22. <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23911>
- Garrido-Iñigo, P. y Rodríguez-Moreno, F. (2015). The reality of virtual worlds: Pros and cons of their application to foreign language teaching. *Interactive Learning Environments*, 23(4), 453-470. <https://doi.org/10.1080/10494820.2013.788034>
- Heil, C. R., Wu, J. S., Lee, J. J. y Schmidt, T. (2016). A review of mobile language learning applications: Trends, challenges, and opportunities. *The EuroCALL*

- Review, 24(2), 32-50. <https://doi.org/10.4995/eurocall.2016.6402>
- Hua, C. y Wang, J. (2023). Virtual reality-assisted language learning: A follow-up review (2018-2022). *Frontiers in Psychology*, 14, 1-13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2023.1153642>
- Isla-Montes, J.-L., Berns, A., Palomo-Duarte, M. y Doderó, J.-M. (2022). Redesigning a Foreign Language Learning Task Using Mobile Devices: A Comparative Analysis between the Digital and Paper-Based Outcomes. *Applied Sciences*, 12, 5686. <https://doi.org/10.3390/app12115686>
- Jabbari, N. y Eslami, Z. R. (2019). Second language learning in the context of massively multiplayer online games: A scoping review. *ReCALL*, 31(1), 92-113. <https://doi.org/10.1017/S0958344018000058>
- Jauregi, K. y Canto, S. (2012). Enhancing meaningful oral interaction in Second Life. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 34, 111-115. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.02.023>
- Jauregi-Ondarra, K. y Canto, S. (2022). Interaction games to boost intercultural communication in virtual worlds and video-communication: A case study. En M. Peterson y N. Jabbari, (Eds.), *Digital Games in Language Learning* (pp. 158-182). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003240075>
- Karakaya, K. y Bozkurt, A. (2022). Mobile-assisted language learning (MALL) research trends and patterns through bibliometric analysis: Empowering language learners through ubiquitous educational technologies. *System*, 102925. <https://doi.org/10.1016/j.system.2022.102925>
- Krashen, S. (2003). *Explorations in language acquisition and use*. Heinemann.
- Kukulska-Hulme, A. y Viberg, O. (2018). Mobile collaborative language learning: State of the art. *British Journal of Educational Technology*, 49(2), 207-218. <https://doi.org/10.1111/bjet.12580>
- Lazar, S. y Milena, B. (2013). M-learning-a new form of learning and education. *International Journal of Cognitive Research in Science, Engineering and Education*, 1(2), 114-118.
- Levy, M. y Stockwell, G. (2013). *CALL dimensions: Options and issues in computer-assisted language learning*. Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203708200>
- López-Belmonte, J., Moreno-Guerrero, A.-J., López-Núñez, J.-A. y Pozo-Sánchez, S. (2021). Scientific production of flipped learning and flipped classroom in Web of Science. *Texto Livre: Linguagem e Tecnologia*, 14(1), 1-26. <https://doi.org/10.35699/1983-3652.2021.26266>
- López-Belmonte, J., Pozo-Sánchez, S., Moreno-Guerrero, A.-J. y Lampropoulos, G. (2023). Metaverso en Educación: una revisión sistemática. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73). <https://doi.org/10.6018/red.511421>
- Melchor-Couto, S. (2017). Foreign language anxiety levels in Second Life oral interaction. *ReCALL*, 29(1), 99-119. <https://doi.org/10.1017/S0958344016000185>
- Molka-Danielsen, J. y Deutschmann, M. (2009). *Learning and teaching in the virtual world of Second Life*. Tapir Academic Press.
- Neumann, A. T., Arndt, T., Köbis, L., Meissner, R., Martin, A., De Lange, P., Pengel, P., Klamm, R. y Wollersheim, H. W. (2021). Chatbots as a tool to scale mentoring processes: Individually supporting self-study in higher education. *Frontiers in Artificial Intelligence*, 4, 668220. <https://doi.org/10.3389/frai.2021.668220>
- ONU (2019). *Informe de los Objetivos de Desarrollo Sostenible 2019*. <https://unstats.un.org/sdgs/report/2019/>

[The-Sustainable-Development-Goals-Report-2019\\_Spanish.pdf](#)

- Palomo-Duarte, M., Berns, A., Cejas, A., Doderó, J. M., Caballero-Hernández, J. A. y Ruiz-Rube, I. (2018). A Community-Driven Mobile System to Support Foreign Language Learning. En V. Ahuja y S. Rathore, (Eds.), *Multidisciplinary Perspectives on Human Capital and Information Technology Professionals* (pp. 95-115). IGI Global. <https://doi.org/10.4018/978-1-5225-5297-0.ch006>
- Parmaxi, A. y Demetriou, A. A. (2020). Augmented reality in language learning: A state of the art review of 2014–2019. *Journal of Computer Assisted Learning*, 36(6), 861-875. <https://doi.org/10.1111/jcal.12486>
- Parmaxi, A. (2023). Virtual reality in language learning: A systematic review and implications for research and practice. *Interactive Learning Environments*, 31(1), 172-184. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1765392>
- Peterson, M. (2016). The use of massively multiplayer online role-playing games in CALL: An analysis of research. *Computer Assisted Language Learning*, 29(7), 1181-1194. <https://doi.org/10.1080/09588221.2016.1197949>
- Romano, M., Díaz, P. y Aedo, I. (2020). Empowering teachers to create augmented reality experiences: the effects on the educational experience. *Interactive Learning Environments*, 31(3), 1546-1563. <https://doi.org/10.1080/10494820.2020.1851727>
- Souabi, S., Retbi, A., Idrissi, M. K. y Bennani, S. (2021). Towards an Evolution of E-Learning Recommendation Systems: From 2000 to Nowadays. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (iJET)*, 16(06), 286-298. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.18159>
- Southgate, E., Smith, Sh. P., Cividino, Ch., Saxby, Sh., Kilham, J., Eather, G., Scevak, J., Summerville, D., Buchanan, R. y Bergin, C. (2019). Embedding immersive virtual reality in classrooms: Ethical, organisational and educational lessons in bridging research and practice. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 19, 19-29. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.10.002>
- Tavakoli, R. y Wijesinghe, S. N. (2019). The evolution of the web and netnography in tourism: A systematic review. *Tourism Management Perspectives*, 29, 48-55. <https://doi.org/10.1016/j.tmp.2018.10.008>
- Terzopoulos, G., Kazanidis, I., Satratzemi, M. y Tsinakos, A. (2021). A Comparative Study of Augmented Reality Platforms for Building Educational Mobile Applications. En M. E. Auer y T. Tsiatsos, (Eds.), *Internet of Things, Infrastructures and Mobile Applications. IMCL 2019. Advances in Intelligent Systems and Computing*, 1192 (pp. 307-316). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49932-7\\_30](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49932-7_30)
- UNESCO (2018). *Designing inclusive digital solutions and developing digital skills*. <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000265537>
- Vert, S. y Andone, D. (2019). Virtual reality authoring tools for educators. En N. Herisanu, M. Razzaghi y R. Vasiiu, (Eds.), *ITM web of conferences*, 29 (pp. 1-7). EDP Sciences. <https://doi.org/10.1051/itmconf/20192903008>
- Xie, H., Chu, H. C., Hwang, G. J. y Wang, C. C. (2019). Trends and development in technology-enhanced adaptive/personalized learning: A systematic review of journal publications from 2007 to 2017. *Computers & Education*, 140, 103599. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103599>
- Zalite, G. G. y Zvirbule, A. (2020). Digital readiness and competitiveness of the EU higher education institutions: The COVID-19 pandemic impact. *Emerging Science Journal*, 4(4), 297-304. <https://doi.org/10.28991/esj-2020-01232>

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 23 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 5 de octubre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 12 de octubre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024



# Impacto de una formación intensiva en programación en el desarrollo del Pensamiento Computacional en futuros/as maestros/as

## Impact of intensive programming training on the development of Computational Thinking in prospective teachers



- Juan González-Martínez - *Universitat de Girona (España)*
- Marta Peracaula-Bosch - *Universitat de Girona (España)*
- Rafel Meyerhofer-Parra - *Universitat de Girona (España)*

### RESUMEN

Formar a los profesores en formación en su propio pensamiento computacional (PC) es fundamental para construir con ellos el discurso de la didáctica del PC y su inclusión en el aula con niños de educación infantil y primaria. Esta investigación plantea posibles soluciones a ese reto y analiza los resultados de una intervención llevada a cabo con 71 alumnos de dos cohortes diferentes de 2.º curso de los grados de magisterio. Dicha intervención se fundamenta en la práctica intensiva de programación por bloques visuales en un proyecto de Scratch durante una primera parte de una asignatura semestral. Analizados los niveles previo y posterior de PC (estrategia pre-experimental) por medio de una prueba estandarizada para su medición (Test PC), se confirma que la experiencia formativa intensiva permite a todos/as los/as futuros/as maestros/as alcanzar un nivel suficiente de PC, independientemente de su experiencia previa en programación y de su nivel inicial de PC (todos acaban aprendiendo, sea aumentando su nivel de PC, sea mejorando su eficiencia). Por otro lado, medidos los resultados de aprendizaje en el proyecto de Scratch, vemos una relación clara entre un nivel alto de PC resultante (POST) y un buen desempeño en la tarea de aprendizaje de programación por bloques, lo que evidencia que el proyecto de Scratch ayuda a desarrollar el PC de los/as futuros/as maestros/as.

**Palabras clave:** pensamiento computacional; lenguaje de programación; formación de profesores; evaluación.

### ABSTRACT

Training pre-service teachers in their own Computational Thinking (CT) is essential to build with them the discourse of CT didactics and its inclusion in the classroom with children in early childhood and primary education. This research proposes possible solutions to this challenge and analyses the results of an intervention carried out with 71 students from two different cohorts of 2nd year teacher training students. This intervention is based on the intensive practice of coding using visual blocks through a Scratch project during the first part of a semester course. After analyzing the previous and subsequent levels of CT (pre-experimental strategy) by means of a standardized test for its measurement (CTt), it is confirmed that the intensive training experience allows all future teachers to reach a sufficient level of CT, regardless of their previous experience in programming and their initial level of CT (they all end up learning, either by increasing their level of CT or by improving their efficiency). On the other hand, measuring the learning outcomes in the Scratch project, we see a clear relationship between a high resulting CTt level (POST) and a good performance in the block programming learning task, which is evidence that the Scratch project helps to develop the future teachers' CT.

**Keywords:** computational thinking; programming language; teacher training; evaluation.

## INTRODUCCIÓN

No cabe duda de la popularidad que el concepto de Pensamiento Computacional (PC) ha adquirido en el ámbito de la educación en los últimos años. En vista de ello, es necesario que se profundice en el propio concepto de PC y en el análisis de su práctica educativa desde la perspectiva investigadora.

Al hablar de PC, sin duda debemos prestar atención al trabajo de Seymour Papert (1980), quien, al final de su clásico *Mindstorms*, menciona el pensamiento computacional, y se refiere a los entornos de aprendizaje en los que el ordenador es “un objeto con el que pensar” (p. 182). Tradicionalmente, sin embargo, se considera que el concepto en sí nace con la definición seminal de Wing (2006), un cuarto de siglo después. Aunque se trata solamente de una aproximación conceptual, no cabe duda de que ha funcionado en gran medida como definición que señala elementos importantes del PC: “Computational thinking involves solving problems, designing systems, and understanding human behavior, by drawing on the concepts fundamental to computer science.” (Wing, 2006, p. 33). Sin embargo, es en Wing (2014) donde encontramos una definición completa: “Computational thinking is the thought processes involved in formulating a problem and expressing its solution(s) in such a way that a computer -human or machine- can effectively carry out”. Se trata de una definición con ideas clave muy importantes: un proceso mental, la formulación de un problema, la expresión de sus soluciones, la necesidad de un computador (humano o máquina); a lo que se añaden interesantes reflexiones sobre la abstracción o la importancia del PC fuera de los contextos concretos de la informática.

A partir de aquí, muchos autores consideran que el PC es una competencia básica para el siglo XXI (Angeli et al., 2016; European Commission/EACEA/Eurydice, 2012; Fluck et al., 2016). Nos permite desarrollar un procedimiento eficaz de resolución y planteamiento de problemas (Fluck et al., 2016) en cualquier dimensión del mundo en el que vivimos, y en consecuencia nos ayuda a comprenderlo y a vivir en él (Furber, 2012). En ese sentido, Grover y Pea (2013) destacan que la computación es una actividad humana; la abstracción ayuda a centrarse en lo esencial y a descuidar lo superfluo; y, en consecuencia, el PC permite la creación de conocimiento, la creatividad y la innovación, en todos los sentidos y a todos los niveles. Se señalan también elementos actitudinales como la seguridad, la perseverancia o la colaboración (Bocconi et al., 2016b). Por estos motivos, muchos sistemas educativos han decidido incluirla en el plan de estudios: Canadá, Reino Unido, Finlandia y Australia son ejemplos de ello (Acevedo Borrega, 2016; Bocconi et al., 2016a).

Con todo, lo que nos interesa ahora es centrarnos en el profesorado que debe acompañar este proceso de aprendizaje. En este sentido, es generalmente aceptado que los profesores necesitan ser formados específicamente en PC; y, como consecuencia de esta asunción común, desde hace más de una década se ha puesto el

foco tanto en la propia formación del profesorado como en los modelos pedagógicos asociados a el PC (Morreale et al., 2012).

Según Butler y Leahy (2021), la falta de investigación sobre los procesos de formación en PC del profesorado futuro justifica que, de forma prioritaria, nos centremos en ella para mejorar la formación de los/as formadores/as y, en consecuencia, la formación de los/as niños/as. Para ello, es imprescindible una primera parte dedicada al desarrollo del PC antes de abordar las cuestiones didácticas; y, con base en lo que ya sabemos, pocos esfuerzos en esta dirección dan muchos resultados: tanto en la mejora del PC como en la mejora de las actitudes hacia ella (Bustillo y Garaizar, 2015; González-Martínez et al., 2018; Peracaula-Bosch et al., 2020). Partimos de la evidencia de una falta de base conceptual sobre PC en los/as maestros/as (Acevedo-Borrega et al., 2022; Morze et al., 2022), así como de la necesidad de focalizar, tanto en la formación inicial como en la permanente, en las destrezas técnicas y conceptuales específicas (Rich, Mason y O'Leary, 2021) para mejorar la propia actuación docente en contextos educativos formales (Collado-Sánchez et al., 2021). La investigación, de hecho, nos dice que la mejora en la formación específica no solo mejora la autopercepción, sino que esta genera una espiral perfecta: la mejora del propio PC permite a los docentes sentirse más seguros, tanto en su práctica del PC como en su práctica docente; y esta seguridad mejora efectivamente su competencia real (Rich, Larsen y Mason, 2021), incluso en experiencias formativas breves (Pala y Türker, 2021), que debe focalizar, para ser efectiva, en elementos como la edad o el diseño correcto de las experiencias (Li, 2021). Este hecho es sustentado en el modelo TPACK (Mishra y Koehler, 2006) que se basa en la necesaria superposición por parte de los formadores de tres tipos de conocimiento: del contenido, pedagógico y tecnológico. En este caso, el nivel adecuado y desarrollo del PC correspondería al conocimiento en contenido (*content knowledge*) y su carencia representaría una barrera en el proceso de enseñanza desplegado por el/la docente. En la revisión de literatura realizada por Mason y Rich (2019) por ejemplo, se analizan 21 estudios (12 relativos a maestros en formación y 9 a maestros en activo, con un total de 802 participantes) en que los resultados indican que factores como la auto-eficacia en PC percibida por los maestros aumentan con la formación que promueve su propio desarrollo y ello repercute en la comprensión del concepto y la capacidad de diseñar y evaluar experiencias de aprendizaje en PC. Estos resultados son corroborados posteriormente en Rich, Mason y O'Leary (2021) en un estudio con 127 maestros, que concuerda con el estudio de Lamprou y Repenning (2018), con 471 maestros en formación inicial. En él, la formación en PC, focalizando, por ejemplo, en los conceptos de abstracción, análisis y automatización, aumenta drásticamente la confianza de los/as profesores/as en su capacidad de educar en PC. Así, la percepción de autoeficacia en PC conlleva también la autoeficacia en la capacidad para formar en este. Por último, cabe destacar un reciente estudio con 245 maestros/as de 47 escuelas de Hong Kong (Kong et al., 2023) que recibieron formación en desarrollo del PC durante un curso escolar y que además fueron

seguidos en su implementación en las aulas, con un análisis directo de la relación entre la formación de los/as maestros/as, su actuación docente y el aprendizaje del alumnado. El estudio corrobora la necesidad de formación a maestros/as en PC y su desarrollo, validando los programas de formación basados en entornos de programación por bloques y mixtos y recomendando soporte continuo durante la docencia a través de plataformas, mentorías y repositorios de materiales. Y, en este sentido, recogemos una visión que nos parece muy acertada, propuesta por Estebanell et al. (2018), en la que señalan que, antes de enfrentarse a la cuestión de la didáctica del PC, el profesorado en formación debe consolidarse como usuario/a del PC y como usuario/a reflexivo/a (es decir, desarrollar su propia PC de forma reflexiva) antes de pasar a desarrollar su dimensión como docentes en PC o docentes reflexivos/as en PC, que sería la última etapa. Sabemos también que ofrecer modelos claros que susciten la reflexión puede ser provechoso como estrategia para compensar la falta de formación específica (Dobgenski y Garcia Silva, 2022). Sin embargo, la solución no es sencilla, y hay muchas cuestiones que aún deben aclararse. Por un lado, como en cualquier asignatura de didáctica disciplinar, es importante no detenerse en el desarrollo del conocimiento disciplinar, sino saltar a cuestiones didácticas; por tanto, el tiempo dedicado al conocimiento disciplinar debe ser muy limitado y orientado. Por otro lado, precisamente por esta razón, parece sensato pensar que, en términos de eficiencia, el esfuerzo que dediquemos al desarrollo del PC debería permitirnos aprender el uso de herramientas que luego podamos utilizar también en el enfoque didáctico y para la conceptualización de procesos reflexivos (Pérez-Marín et al., 2020).

Con todo, dedicar una primera parte intensiva de un curso o asignatura al desarrollo del PC en la formación del profesorado no es fácil, ni sus resultados pueden darse por descontados (el PC, por concepto, es complejo y su desarrollo no es inmediato). Es en ese contexto donde nace esta propuesta de investigación; en ella, nos planteamos, como objetivo general, analizar el desarrollo del PC a través de una actividad de programación por bloques intensiva en la formación universitaria de los/as estudiantes de magisterio, previamente a la formación en la didáctica del PC (que es aquello que, en efecto, tenemos como objetivo final de primer orden en la formación de maestros/as).

Por ello, al final de esta reflexión, llegamos a nuestra pregunta de investigación: ¿es posible desarrollar el PC de los/as futuros/as maestros/as por medio de una formación en Scratch, al comienzo de una asignatura, antes de pasar a los aspectos didácticos?

Y, a esta pregunta general, podemos añadir las siguientes, que nos ayudarán a profundizar en nuestro objeto de estudio:

- ¿Cómo influyen en los resultados los diferentes puntos de partida de los/as estudiantes en el desarrollo del PC?

- ¿Es posible relacionar los resultados de PC con algunas de las competencias y habilidades requeridas para la elaboración de un proyecto de programación con Scratch?
- El test de PC que usaremos mide comprensión de los lenguajes y la lógica computacional en retos de configuración de menos a más compleja. A partir de esto, ¿haber realizado un programa complejo, con soluciones ingeniosas y optimizadas y que funcione se relaciona con los resultados de PC?

## MÉTODOS E INSTRUMENTOS

Para esta investigación, decidimos trabajar con dos grupos de estudio compuestos por alumnos/as de segundo año de los grados de Educación Infantil y de Educación Primaria de la Universidad de Girona (algunos/as de ellos/as de la doble titulación de EI y EP). El estudio se realizó en el marco de la asignatura Pensamiento Computacional y Programación de la mención en Tecnologías de la Información y la Comunicación impartida durante el segundo semestre de los años académicos 2020/21 y 2021/22. El total de participantes fue de 71, de los cuales 36 cursaron la asignatura en la primera cohorte y 35 en la segunda.

En cuanto a sus conocimientos previos sobre programación y robótica, los/as estudiantes han recibido durante el primer año de los estudios, en el marco de una asignatura obligatoria, una introducción al PC con algunos ejercicios prácticos (demostraciones de robótica educativa e introducción a la programación con Scratch). Además, en el test se pregunta a los/as estudiantes si tienen o no experiencia previa en actividades de programación, refiriéndonos a la posible formación que hayan podido recibir en las etapas previas a su ingreso en la Universidad, tanto en el ámbito formal como fuera de él.

En relación con el diseño de la investigación y con su encaje con la experiencia de aprendizaje (orientada al desarrollo del PC), se planteó un diseño pre-experimental por lo que respecta a la aplicación de uno de los instrumentos (el Test PC, que detallaremos más adelante) y una recogida de información ex post facto por lo que respecta al análisis de parte de las pruebas de evaluación entregadas por los participantes al final de la experiencia (proyecto de programación con el lenguaje visual por bloques Scratch, <https://scratch.mit.edu/>). En cuanto a la estrategia pre-experimental, el Test PC se aplicó al inicio del curso y al final de la primera parte (febrero a abril), dedicada a la implementación de diferentes actividades para desarrollar el PC de los/as estudiantes, antes de abordar la segunda parte del semestre, dedicada al desarrollo de competencias didácticas para enseñar PC a niños de infantil y primaria. En versión resumida, esta estrategia formativa y de investigación consideraba la siguiente secuencia:

- Semanas 1 a 4: actividades de introducción al PC
  - Actividad de PC desenchufada
  - Test PC (PRE)
  - Análisis teórico y reflexión
  - Taller de programación por bloques (TurtleStitch, <https://www.turtlestitch.org/>) en 2021 y MicroBlocks (<https://microblocks.fun/>) en 2022
- Semanas 5 a 9: tutoriales y ejercicios Scratch partiendo de un nivel básico (programación del movimiento de un elemento o personaje) e incrementando paulatinamente la complejidad: interacción con personajes y entre ellos, sensores, condicionales variables, operadores, funciones y modularización, y uso del editor gráfico para la creación y modificación de personajes y escenarios.
- Semanas 5 a 10: desarrollo en trabajo individual y autónomo de un proyecto Scratch que simule un fenómeno científico de libre elección (se ponen como ejemplos entre otros: ciclo del agua, fases de la luna, desarrollo de una planta, caída de un meteorito en presencia de unos dinosaurios que nada sospechan, etc.). El objetivo es no solo aprender a programar sino también poner de relieve que el hecho de tener que narrar visualmente en un lenguaje preciso propicia la comprensión profunda del fenómeno que se requiere explicar. En cuanto a la programación, se indica a los estudiantes que se valorará el uso de diversos elementos (personajes) programados, cambios de escenarios, y elementos característicos de los lenguajes computacionales, como son condicionales, iteración en bucles, operadores, variables y cierta interactividad con el usuario. Durante el desarrollo del proyecto, los estudiantes reciben los tutoriales indicados en el punto anterior, tutorías y pueden consultar y participar en un foro de dudas, respuestas y descubrimientos para la comunicación y para el intercambio de todo el grupo y el profesorado.
- Semana 11: test PC (POST)
- Semanas 11 a 14: fase de diseño: el curso continúa durante unas semanas centrado en la didáctica del PC (diseño e implementación de actividades que permiten su desarrollo), cuyo análisis escapa al objetivo de esta reflexión.

En cuanto a los instrumentos, como decíamos, en primer lugar, decidimos utilizar un instrumento ya existente, el test de Pensamiento Computacional (CTt, al que nos referiremos como Test PC para clarificar el discurso), creado y validado por Román-González (2016) y Román-González et al. (2018). Para este estudio hemos utilizado la adaptación del Test PC original TPC-RA+B, diseñada específicamente para participantes mayores de 14 años (Moreno-Leon et al., 2022). El Test PC mide, según sus propios creadores, el PC entendido del siguiente modo: “CT involves the ability to formulate and solve problems by relying on the fundamental concepts of computing, and using logic-syntax of programming languages: basic sequences,

loops, iteration, conditionals, functions and variables” (Román-González et al., 2017, p. 681). En consecuencia, mide la comprensión de lenguajes computacionales y lógica computacional en configuraciones de menos a más complejas. Durante su resolución, los estudiantes no elaboran algoritmos ni programas propios, sino que descifran algoritmos propuestos, en general respondiendo cuál de diversas opciones resuelve el reto de la pregunta. Los algoritmos se presentan en diferentes lenguajes y simbologías.

En segundo lugar, se analizaron las tareas entregadas para la evaluación de los aprendizajes al finalizar esta primera parte de esta materia. Una gran parte de la formación de los estudiantes se dedica al aprendizaje de la programación visual por bloques a través de distintas actividades y tutoriales, entre las cuales tiene gran protagonismo, por la complejidad y el tiempo de dedicación, la realización de un proyecto Scratch que simule un fenómeno natural o científico.

Para analizar estas tareas, y en relación con las preguntas de investigación específicas de este tópico, del proyecto Scratch que ha desarrollado cada alumno durante la formación y del informe que ha realizado sobre éste, hemos extraído los factores que pueden estar relacionados con su nivel de PC según los parámetros medidos por el Test PC arriba mencionados, de manera que los hemos clasificado en las categorías mostradas en la Tabla 1. En cada una de estas categorías se podía obtener una puntuación máxima de 4 puntos teniendo en cuenta los elementos de evaluación; por ello, se podía obtener una puntuación total máxima de 12 puntos.

**Tabla 1**  
*Elementos evaluados en los proyectos Scratch*

Categorías	Elementos de evaluación	Puntuación máxima
Funcionamiento del programa y comprensión de éste	Funcionamiento correcto del programa.	4
	Uso de condiciones iniciales.	
	Partes del algoritmo comentadas en que se refleja la comprensión de las acciones.	
Complejidad	Descripción de los problemas surgidos y comprensión de las soluciones encontradas.	4
	Diversos personajes/escenarios programados.	
	Cambios de aspecto.	
	Transiciones.	
	Interactividad.	

Categorías	Elementos de evaluación	Puntuación máxima
Optimización e ingenio	Variedad de elementos de lenguaje computacional que ayuden y simplifiquen la programación: bucles, condicionales, sensores, variables, operadores. Soluciones elegantes e ingeniosas.	4

## RESULTADOS

En este apartado expondremos y analizaremos los resultados obtenidos, abordados en dos bloques: el primero de ellos se centrará en los resultados del Test PC, mientras que el segundo de ellos analizará los resultados obtenidos en el Test PC (pre y post) y su relación con los obtenidos en el proyecto de Scratch.

### Análisis comparativo de los resultados del Test PC previos y posteriores a la formación

En la Tabla 2 se detallan los coeficientes de fiabilidad, que se consideran aceptables para los rangos comúnmente aceptados en el ámbito educativo.

**Tabla 2**  
*Niveles de confiabilidad*

Escala	Cronbach's Alpha
Pre-test	0,781
Post-test	0,835

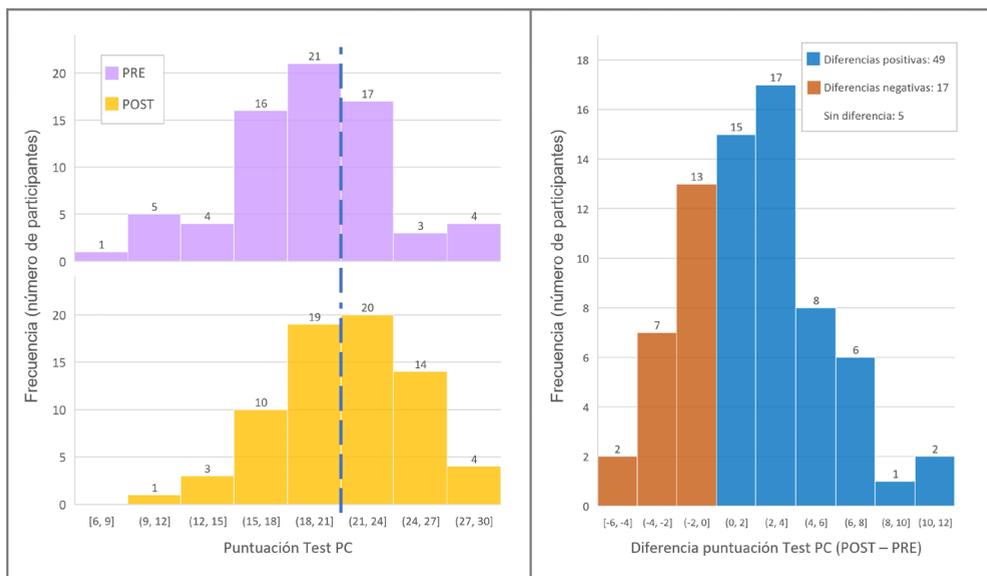
En la Figura 1a se representan, en la misma escala, los histogramas o diagramas de frecuencias de la puntuación de los participantes en los Test PC PRE y POST formación. La prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov para una muestra nos confirma que ambos siguen una distribución normal o gaussiana, lo que nos permitirá utilizar las medias y errores estándar como descripción válida de los datos y utilizar la estadística paramétrica para realizar los tests de comparación de los estadísticos (Rubio Hurtado y Berlanga Silvente, 2012; Simpson, 2015). Podemos observar que en la distribución del test POST hay un desplazamiento general de las puntuaciones hacia valores superiores a las del test PRE, de manera que si nos centramos en la puntuación 21 (frontera entre los intervalos que contienen la media PRE y POST, marcada por la línea discontinua azul), podemos ver que antes de la

formación tenemos 47 valores por debajo o igual a ella y 24 por encima y después de la formación estos valores pasan a ser 33 y 38 respectivamente. En la Figura 1b se plasma la distribución de la diferencia de puntuación de cada participante entre los test POST y PRE. Además del hecho de que 49 de las diferencias son positivas, 17 negativas y en 5 casos no hay diferencia de puntuación, cabe destacar la asimetría respecto a la diferencia 0 plasmada a lo largo de la distribución, que denota que las diferencias positivas son significativamente mayores. Un ejemplo de ello es el hecho de que la diferencia negativa máxima sea de 5 puntos mientras que la diferencia positiva máxima es de 12 puntos. Así pues, los gráficos de la Figura 1 nos muestran que entre los tests PRE y el POST se ha producido, de media, un desarrollo del PC según los parámetros medidos por el Test PC.

**Figura 1**

a) *Histograma de frecuencias de la puntuación obtenida por los participantes en el test pre-formación (superior) y en el test post-formación (inferior)*

b) *Histograma de frecuencias de la diferencia en puntuación entre los dos tests obtenida por cada participante*

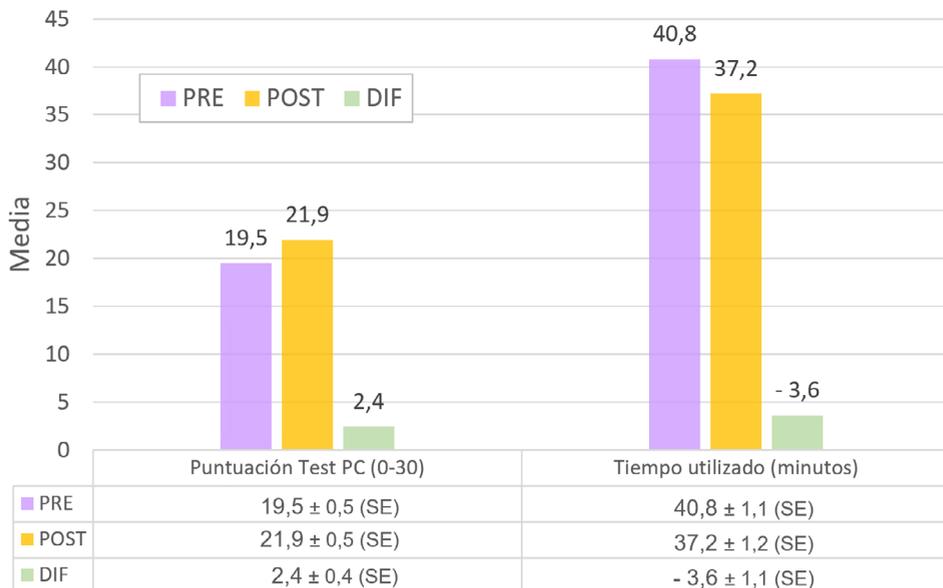


Este desarrollo del PC se muestra cuantificado en la Figura 2, donde se indican las medias de la puntuación del Test PC y del tiempo que necesitaron los/as estudiantes para completarlo en las pruebas PRE y POST con sus errores estándar (SE) o error típico de la media. Como podemos ver, la media del resultado del Test PC ha pasado

de 19,5 a 21,9 en una escala de 30 puntos y se ha producido un decremento en el tiempo necesario en su resolución de 40,8 a 37,2 minutos. Las diferencias en ambos casos son estadísticamente significativas con un valor de  $p < 0,001$ : es decir, podemos afirmar que la probabilidad de que la diferencia no sea debida al azar es mayor que 99,9 %. La significancia práctica medida según el efecto del tamaño de la muestra de la  $d$  de Cohen es 0,6 en el caso de las diferencias en puntuación y 0,4 en el caso de las diferencias en tiempo.

**Figura 2**

Valores medios del resultado del test PC y del tiempo necesario para resolverlo en la población total (71 participantes entre 2021 y 2022) aplicado con anterioridad a la formación (PRE) y con posterioridad a ésta (POST) y su comparativa (DIF). Se indican también sus errores estándar (SE)



A continuación, analizamos los datos agrupando los/as participantes según si habían tenido experiencia previa en actividades de programación o robótica con anterioridad a su ingreso a la universidad, en cualquier etapa educativa tanto en el ámbito formal como informal. De los/as 71 participantes, 33 declararon no tener experiencia previa y 38 tenerla. En la Tabla 3 se exponen, para cada uno de estos dos grupos, las medias en la puntuación obtenida en los Test PC (PRE y POST) y los tiempos utilizados para resolverlos. Asimismo, constan las diferencias obtenidas

comparando los resultados de los dos Tests PC (PRE y POST) en un mismo grupo o los resultados de un solo Test PC (PRE o POST) entre grupos. Para comprobar la significación estadística de estas diferencias se ha utilizado, en el primer caso, la prueba no paramétrica para muestras emparejadas Wilcoxon Signed Rank, y, en el segundo caso, la prueba no paramétrica para muestras independientes Mann-Whitney U. Hemos considerado que las diferencias son significativas (no debidas al azar) para valores de  $p < 0,05$ .

**Tabla 3**

*Valores medios del resultado del test PC (PRE y POST) y del tiempo necesario para resolverlo según experiencia previa con sus errores estándar (SE). Constan también las diferencias entre tests de un mismo grupo y entre grupos de un mismo test, su significación estadística (p) y su significación práctica según el tamaño de la muestra (d de Cohen)*

	Puntuación media Test PC			Tiempo medio utilizado (minutos)		
	PRE	POST	DIF (POST-PRE)	PRE	POST	DIF (POST-PRE)
Sin experiencia (33 participantes)	18,0 ±0,8(SE)	21,1 ±0,6(SE)	3,1 ±0,6(SE) $p < 0,001$ , $d=0,8$	42,0 ±1,6(SE)	39,6 ±1,8(SE)	-2,4 ±1,8(SE) $p = 0,1$ , $d=0,2$
Con experiencia (38 participantes)	20,8 ±0,6(SE)	22,7 ±0,7(SE)	1,9 ±0,5(SE) $p < 0,001$ , $d=0,6$	39,8 ±1,5(SE)	35,2 ±1,6(SE)	-4,6 ±1,5(SE) $p = 0,001$ , $d=0,5$
Diferencia (con exp. – sin exp.)	2,8 ±1,0(SE) $p = 0,02$ , $d=0,6$	1,6 ±1,0(SE) $p = 0,08$ $d=0,4$		-2,2 ± 2(SE) $p = 0,3$ $d=0,2$	-4,4 ±1,5(SE) $p = 0,04$ $d=0,4$	

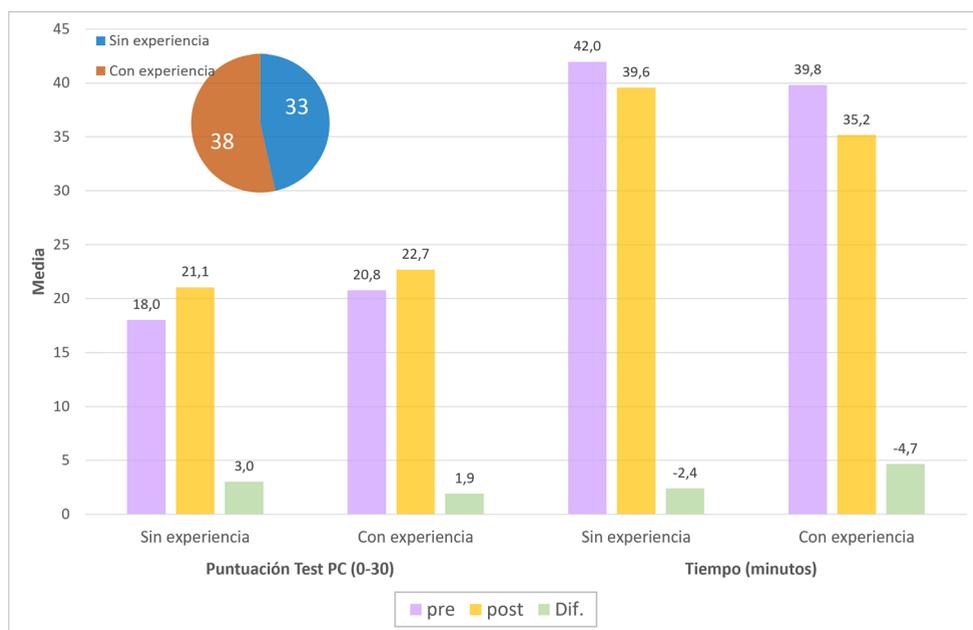
Si nos centramos en la puntuación media del Test PC, y comparamos entre los dos grupos, podemos ver que previamente a la formación los/as estudiantes con experiencia previa obtienen un resultado de 20,8 puntos y este es 2,8 puntos mayor a la puntuación media de los/as estudiantes sin experiencia. Esta diferencia es significativa, con  $p=0,02$ . Después de realizar la formación, la diferencia en la puntuación media del Test PC disminuye y no se puede considerar significativa ( $p=0,08$ ). Cuando comparamos los resultados PRE y POST de cada grupo podemos ver (Figura 3) que ambos grupos han incrementado la puntuación media del Test PC, y es más relevante este incremento en el grupo que no tenía experiencia previa.

Por ello, en la medida en que en los dos grupos se ha producido un desarrollo del PC, aunque desigual, la formación ha podido en parte compensar la falta de experiencia previa.

Cabe destacar que parte de la habilidad en la resolución del Test PC se plasma también en el tiempo de su resolución, y en el caso de los/as estudiantes con experiencia previa la disminución del tiempo es relevante (4,6 minutos,  $p=0,001$ ). Por tanto, mientras que para los/as estudiantes sin experiencia el incremento en el desarrollo de PC se muestra de forma más evidente en los resultados del Test PC (que aumentan más), los/as estudiantes con experiencia previa lo muestran en el tiempo empleado (que disminuye más). Esto puede indicar que, según el estadio de desarrollo del PC, la imposibilidad de superar ciertas puntuaciones en el test, que ya inicialmente fueron altas, revierte en el tiempo empleado en ello.

### Figura 3

Valores medios del resultado del test PC y del tiempo necesario para resolverlo según experiencia previa aplicado con anterioridad a la formación (PRE) y con posterioridad a ésta (POST) y su comparativa (DIF)

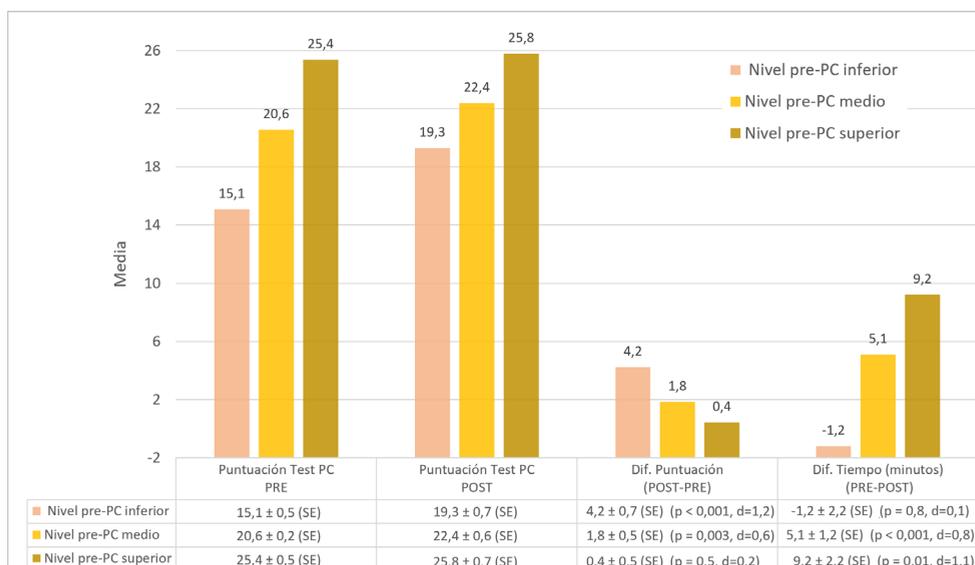


Para seguir analizando este aspecto, hemos agrupado las variables de toda la población en tres muestras, tomando como referencia la puntuación obtenida en el test PRE, previo a la formación. Así, a partir de los terciles calculados en la

distribución de la puntuación PRE, agrupamos los/as participantes en los niveles “pre-PC inferior” (26 participantes con una puntuación media de 15,1), “pre-PC medio” (31 participantes con una puntuación media de 20,6) y “pre-PC superior” (14 participantes con una puntuación media de 25,4) y calculamos para cada uno de ellos los resultados obtenidos en el test POST (posterior a la formación). En la Figura 4 podemos ver, para cada grupo, las medias de las puntuaciones, las diferencias en puntuación media entre el test POST y PRE y las diferencias de tiempo medio utilizado para realizar el test.

**Figura 4**

Valores medios del resultado del test PC y del tiempo necesario para resolverlo (PRE y POST) agrupando la población según resultado inicial



Observamos que, en el grupo con nivel inferior, se ha producido un incremento significativo en la puntuación del Test PC (4,2 puntos;  $p=0,001$ ); en el grupo con nivel medio también se ha producido un incremento significativo, aunque este ha sido menor (1,8 puntos;  $p=0,003$ ); y en el grupo con nivel superior el incremento en la puntuación del Test PC no es significativo. Sin embargo, si nos centramos en el tiempo medio necesario para la resolución de la prueba, el efecto es diferente: en el nivel inferior se ha mantenido sin cambios significativos y en los niveles medio y superior este ha disminuido significativamente, de manera que el grupo con nivel medio ha necesitado una media de 5,1 minutos menos que en el test PRE para resolver el test POST y el grupo con nivel superior lo ha hecho en una media de tiempo de 9,2

minutos menos. Por tanto, los resultados muestran que la formación ha ayudado a los tres grupos en el desarrollo del PC, y ha tenido cierto efecto igualatorio (el grupo con menor puntuación inicial ha mostrado mayor incremento), y ha mejorado la agilidad en su uso en aquellos/as estudiantes que ya partían de un nivel elevado, que han necesitado menos tiempo para realizarlo. En el análisis de la correlación entre las puntuaciones en Test PC PRE y POST de toda la muestra se obtiene una correlación positiva, moderadamente alta y estadísticamente significativa de valor  $r=0,67$ . Ello se puede interpretar en términos de fiabilidad y estabilidad del test. El hecho de que no se alcance la convergencia total se puede explicar por la diferencia en el incremento del aprendizaje según el nivel de partida hallado en el análisis de las muestras por niveles.

### Relación entre la programación con Scratch y los resultados del Test PC

Queremos analizar ahora si hay relación entre los resultados de la Programación Scratch según las categorías expuestas en la Tabla 1 y los resultados del Test PC, atendiendo fundamentalmente a dos focos de interés: en primer lugar, cómo influye el punto de partida del Test PC en los resultados de la Programación Scratch; en segundo, cómo se plasma en el Test PC final el nivel de desarrollo de la Programación Scratch

Como marco de referencia, en cuanto a la puntuación total en la Programación Scratch según las categorías de la Tabla 1 obtenida por los/as 71 participantes, la puntuación mínima es de 4 puntos y la máxima de 12, el valor medio es de  $9,3 \pm 0,2$  (SE) puntos, la mediana se encuentra en los 10 puntos y la moda en 11. La evaluación ha sido realizada por un único investigador experto en programación Scratch, en un doble ciclo (ponderación y revisión), para garantizar la homogeneidad del criterio aplicado.

Para analizar si el punto de partida indicado por el Test PC previo a la formación puede tener relación con el resultado del proyecto Scratch, hemos calculado los valores medios de la puntuación agrupando la población según las 3 muestras “Nivel pre-PC inferior”, “Nivel pre-PC medio” y “Nivel pre-PC superior” que se habían utilizado en la comparativa entre los Test PC PRE y POST, y hemos obtenido los resultados mostrados en la Tabla 4. Como podemos ver, no hay variación significativa en los resultados relacionados con el PC en el proyecto Scratch entre los/as participantes que partían del nivel medio respecto de los/as que partían del nivel inferior. Sí hay cierta diferencia respecto a los demás niveles en los resultados obtenidos por aquellos/as participantes que partían de un nivel superior, que obtienen también mejor resultado en la programación. Este resultado puede apoyar, por un lado, el aspecto compensatorio de la formación respecto al nivel de PC según los parámetros del Test PC, especialmente entre los grupos de nivel PRE PC inferior y medio; y, por el otro, el hecho de que los elementos de programación identificados como

característicos de los parámetros que mide el Test PC son aplicados a sus proyectos Scratch por los/as estudiantes que partían de un nivel superior.

**Tabla 4**

*Relación entre los valores del Test PC (pre) y el proyecto Scratch*

Nivel Test PC PRE	PRE-PC Inferior	PRE-PC medio	PRE-PC superior
Puntuación PC en la Programación Scratch	8,8 ± 0,4(SE)	9,1 ± 0,4(SE)	10,9 ± 0,2(SE)
Diferencias	Medio-Inferior: 0,3 ± 0,5 (SE) p = 0,8	Superior-Medio: 1,8 ± 0,6 (SE) p=0,02	Superior-Inferior: 2,1 ± 0,6 (SE) p = 0,006

En este punto, podemos preguntarnos si haber creado un programa complejo (utilizando un lenguaje computacional, usando ingenio y optimización y que funcione) guarda relación con los resultados del test PC. Para analizar esta relación entre los resultados de la programación Scratch y los resultados del Test PC posterior a la creación del proyecto, hemos agrupado los/as participantes según los niveles de programación inferior, programación media, y programación superior tomando como referencia los terciles de la distribución de la puntuación de la programación. De esta manera, en el grupo del nivel de programación Inferior (rango de puntuación de 4 a 8 puntos) hay 20 participantes; en el nivel Medio (rango de puntuación de 9 y 10 puntos) hay 25 participantes; y en el nivel Superior (rango de puntuación de 11 y 12 puntos) hay 26 participantes. En la Tabla 5 se exponen la puntuación media del total de la programación para cada uno de estos grupos y sus puntuaciones en el Test PC POST. Se muestran también las diferencias en los resultados del Test PC entre los tres niveles con sus significancias estadísticas.

**Tabla 5**

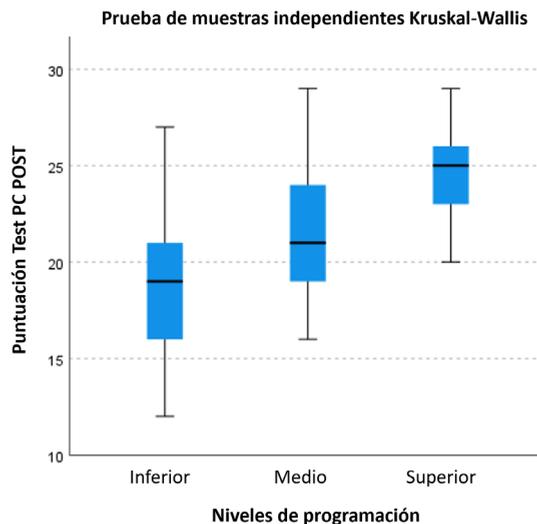
*Relación entre los valores del proyecto Scratch y el Test PC (post)*

Nivel de programación	Inferior [4,8] 20 participantes	Medio [9,10] 25 participantes	Superior [11,12] 26 participantes
Total programación	6,6 ± 0,3 (SE)	9,6 ± 0,1 (SE)	11,27 ± 0,09 (SE)
Puntuación Test PC POST	18,9 ± 0,8 (SE)	21,6 ± 0,7 (SE)	24,6 ± 0,6 (SE)
Diferencias	Medio-Inferior: 2,7 ± 1,0 (SE) p = 0,03	Superior-Medio: 3,1 ± 0,9 (SE) p=0,007	Superior-Inferior: 5,7 ± 1,0 (SE) p < 0,001

Podemos observar que hay una gradación en la puntuación del Test PC que corresponde también a la gradación de los tres niveles de programación, de manera que los/as estudiantes pertenecientes al grupo de nivel de programación Inferior obtienen una puntuación media en el Test PC POST de 18,9 y ésta es superada por 2,7 puntos por los/as estudiantes del nivel de programación Medio y por 5,7 puntos por los/as estudiantes del nivel de programación Superior. Para comprobar la significación estadística de las diferencias entre los grupos se ha utilizado la prueba no paramétrica Kruskal-Wallis de comparación para más de 2 grupos y se ha considerado que estas no son debidas al azar para  $p < 0,05$ . Como puede verse también en la Tabla 5, las diferencias en los resultados del Test PC POST son significativas en las comparaciones por parejas de los 3 grupos. La Figura 5 muestra la gradación de la puntuación del Test PC POST según los grupos de los niveles de programación.

### Figura 5

*Distribución de los resultados del Test PC (post) en función de los resultados del proyecto Scratch*



El resultado refleja que el trabajo en Scratch que suponga cuidado y dedicación puede ayudar en el desarrollo del PC independientemente del nivel de desarrollo del PC del que se partía. Por tanto, obtener un buen resultado programando Scratch no depende tanto del nivel de PC inicial (como dicen sus creadores, Scratch tiene un suelo bajo desde el cual se puede evolucionar a un techo tan alto como se quiera (Resnick, 2018)); al contrario, haber realizado un trabajo planificado y consciente

(no incidental) en Scratch explorando y utilizando sus distintas posibilidades y dimensiones repercute en el desarrollo del nivel de PC posterior.

Para completar el análisis de la relación entre los resultados de Programación Scratch y los resultados del Test PC, exponemos los resultados de las correlaciones entre las dos pruebas, ya que se pueden interpretar en términos de validez predictiva del Test PC (en el caso de la correlación “Test PC-pre \* proyectos Scratch” y en términos de validez concurrente/convergente del test, en el caso de la correlación “Test PC-post \* proyectos Scratch” en una aproximación similar a Román-González et al. (2019). El valor de la correlación “Test PC-pre \* proyectos Scratch” es de  $r=0,40$  y es estadísticamente significativa. La convergencia es parcial, y concuerda con los resultados obtenidos en el análisis por terciles según nivel de partida en la puntuación del Test PC, que indican que los/as participantes que partían del nivel inferior y del nivel medio han obtenido unos resultados similares en programación, superados sensiblemente por los/as participantes del nivel superior (Tabla 4), por lo cual la formación en Scratch ha tenido el efecto compensatorio que se va observando a lo largo del análisis. El valor de la correlación “Test PC-post \* proyectos Scratch” es  $r=0,59$ . Este valor más alto que en el caso del Test PRE concuerda con los resultados del análisis por terciles según los resultados de la programación (Tabla 5), lo que confirma que los conceptos y habilidades adquiridos durante la formación en Scratch y el empeño en la realización del proyecto no depende tanto del nivel de PC inicial, pero sí suponen un desarrollo en este como se plasma en el nivel de PC final según el Test.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

A partir de todo lo que hemos venido refiriendo en el apartado de resultados, corresponde ahora tratar de sintetizar los hallazgos principales e interpretarlos a la luz de lo que ya conocíamos por la literatura previa. Por claridad del discurso, intentaremos ordenar esta reflexión en dos grandes partes: la primera de ellas, centrada en la validación de la propia formación (en qué medida una experiencia formativa intensiva como la que presentamos permite desarrollar el PC, al estilo de lo que veíamos en Pala y Türker (2021), por ejemplo). En segundo lugar, nos centraremos en las relaciones entre este desarrollo del PC y la creación de un proyecto Scratch.

En relación con el primer bloque, constatamos las siguientes tres ideas importantes. (1) Hay un desarrollo generalizado del PC según los parámetros medidos por el Test PC, lo que evidencia que la propuesta formativa permite a todo el alumnado alcanzar sus objetivos de aprendizaje. (2) Los/as participantes sin experiencia previa parten de un nivel PC inferior que los/as participantes con experiencia, en efecto; pero los/as primeros/as experimentan un incremento medio en la puntuación del Test PC mayor a los/as segundos/as. Sin embargo, en el grupo con mayor experiencia, después de la formación, el tiempo necesario para realizar

el test disminuye. Y (3) el análisis de la población analizada en tres niveles iniciales según la puntuación PRE en el Test PC y el análisis de los resultados del Test PC POST para cada uno de estos grupos muestra que los/as estudiantes que parten de niveles inferiores experimentan un incremento medio en la puntuación del Test PC mayor a los/as estudiantes que partían de niveles superiores. En los niveles superiores el desarrollo del PC se muestra en la disminución del tiempo necesario en la resolución.

De estos tres puntos concluimos que la formación cumple con el objetivo de desarrollar el PC según los parámetros medidos por el Test PC, como ya se documentaba, con una sola cohorte, en Peracaula-Bosch y González-Martínez (2022); pero no solo eso, sino que también tiene un efecto igualatorio en la capacidad de resolver los problemas planteados por el test y agiliza su resolución en aquellos/as estudiantes que ya partían de un nivel tan elevado que difícilmente permitía mejoras en la puntuación. De algún modo, esto va en sintonía con lo que señala Wong (2023) con la población escolar: “The results of the study show that children, regardless of their prior problem-solving skills, significantly improve their understanding of basic CT through programming, particularly for low-performing students” (p. 17). En su sencillez y economía, pues, la estrategia formativa resulta efectiva en general, y sobre todo para aquellos con puntos de partida menos ventajosos (Morze et al., 2022). Y es especialmente importante si tenemos presente la necesidad de garantizar un conjunto de destrezas técnicas de usuario suficiente para afrontar la segunda parte de la asignatura, dedicada ya sí a la didáctica del PC (y por lo que avanza para esta segunda parte que el alumnado no solo desarrolle su propio PC, sino que conozca Scratch lo suficiente para poderlo transferir a su planeación didáctica), en línea con lo que señalan Rich, Larsen y Mason (2021) y Collado-Sánchez et al. (2021).

En relación con el segundo bloque, dedicado a analizar la relación entre el nivel de programación y los resultados del Test PC, hemos desglosado el estudio en dos pasos. Y hemos encontrado que, por un lado, los resultados del Test PC previo a la formación se relacionan con las competencias y habilidades demostradas por los/as estudiantes en la elaboración de un proyecto complejo de programación con Scratch en el caso de los sujetos que partían de una puntuación alta en el Test PC. Para los/as estudiantes que puntuaron en los niveles inferior e intermedio esta relación no es significativa, de modo que priman en los resultados los aprendizajes de la formación. Por el otro, la puntuación en competencias y habilidades mostradas en el uso de elementos y conceptos de programación en la realización del proyecto Scratch sí muestra una relación significativa con los resultados del Test PC POST, lo que indica que la formación realizada mediante este recurso y con el diseño utilizado ha repercutido en el desarrollo del PC (Pala y Türker, 2021; Rich, Mason y O’Leary, 2021), a pesar del poco tiempo disponible para ello, que obliga a un planteamiento intensivo (Ung et al., 2022).

Finalmente, a pesar de estos buenos resultados (tanto por la confirmación de experiencias previas como por la profundización en el análisis específico de proyecto Scratch), debemos reconocer limitaciones en la investigación que, al mismo

tiempo, se convierten en posibles futuras líneas indagatorias. En la evaluación final del trabajo de los/as estudiantes se tenía también en cuenta otros factores como creatividad, uso de elementos artísticos, y calidad de la redacción del documento final donde explicaban el proceso, los aprendizajes obtenidos y la transferencia y su uso didáctico en la escuela. Sin embargo, para nuestro análisis nos limitamos al análisis de los elementos que tienen relación directa con el desarrollo del PC según los parámetros medidos por el Test PC. No cabe duda de que la complejidad del propio PC (Wing, 2014) nos debe llevar a plantear ulteriores análisis. Y es que, como señalan Acevedo-Borrega et al. (2022) o Morze et al. (2022) debemos profundizar en la conceptualización del PC en el ámbito educativo, en un camino de ida y vuelta entre la investigación y la práctica.

## REFERENCIAS

- Acevedo-Borrega, J. (2016). *El pensamiento computacional en la educación obligatoria. Una revisión sistemática de la literatura* [Tesis de Maestría, Universidad de Extremadura]. DEHESA. Repositorio institucional Universidad de Extremadura. <http://hdl.handle.net/10662/5356>
- Acevedo-Borrega, J., Valverde-Berrocoso, J. y Garrido-Arroyo, M. D. C. (2022). Computational Thinking and Educational Technology: A Scoping Review of the Literature. En *Education Sciences*, 12(1), Artículo 39. <https://doi.org/10.3390/educsci12010039>
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J. y Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking Curriculum Framework: Implications for Teacher Knowledge. *Educational Technology & Society*, 19(3), 47-57. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.47>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A. y Engelhardt, K. (2016a). *Developing Computational Thinking in Compulsory Education. Implications for policy and practice*. <https://doi.org/10.2791/792158>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P. y Punie, Y. (2016b). Developing Computational Thinking: Approaches and Orientations in K-12 Education. En *Proceedings of the EdMedia 2016 Conference* (pp. 13-18). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE). <http://www.learntechlib.org/p/172925/>
- Bustillo, J. y Garaizar, P. (2015). Scratching the surface of digital literacy... but we need to go deeper. *Proceedings of the Frontiers in Education Conference (FIE)*, 1-4. <https://doi.org/10.1109/FIE.2014.7044224>
- Butler, D. y Leahy, M. (2021). Developing preservice teachers' understanding of computational thinking: A constructionist approach. *British Journal of Educational Technology*, 52(3), 1060-1077. <https://doi.org/10.1111/bjet.13090>
- Collado-Sánchez, M., García-Peñalvo, F. J. y Pinto-Llorente, A. M. (2021). Computational thinking competences training for primary education teachers. En *Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21)*, 758-762. <https://doi.org/10.1145/3486011.3486544>
- Dobganski, J. y Garcia Silva, A da F. (2022). *A practical experience in pre-service teacher education focusing on*

- computational thinking*. 12th Congress of the European Society for Research in Mathematics Education (CERME12), Feb 2022, Bozen-Bolzano, Italia. <https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-03748506>
- Estebanell, M., López, V., Peracaula-Bosch, M., Simarro, C., Cornellà, P., Couso, D., González-Martínez, J., Alsina, À., Badillo, E. y Heras, R. (2018). *Teacher training in Computational Thinking*. *Teaching Guide*. <https://pecofim.wixsite.com/pecofim/guia-didactica>
- European Commission / EACEA / Eurydice. (2012). *Developing Key Competences at School in Europe: Challenges and Opportunities for Policy*. Eurydice Report. Luxembourg: Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2797/93204>
- Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Angeli, C., Malyn-smith, J., Voogt, J. y Zagami, J. (2016). Arguing for Computer Science in the School Curriculum. *Educational Technology & Society*, 19(3), 38-46. <https://www.jstor.org/stable/jeductechsoci.19.3.38>
- Furber, S. (2012). *Shut down or restart? The way forward for computing in UK schools*. The Royal Society. <https://royalsociety.org/-/media/education/computing-in-schools/2012-01-12-computing-in-schools.pdf>
- González-Martínez, J., Estebanell, M. y Peracaula-Bosch, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 29-45. <https://doi.org/10.14201/eks20181922945>
- Grover, S. y Pea, R. (2013). Computational Thinking in K-12: A Review of the State of the Field. *Educational Researcher*, 42(1), 38-43. <https://doi.org/10.3102/0013189X12463051>
- Kong, S. C., Lai, M. y Li, Y. (2023). Scaling up a teacher development program for sustainable computational thinking education: TPACK surveys, concept tests and primary school visits. *Computers & Education*, 194, Artículo 104707. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104707>
- Lamprou, A. y Repenning, A. (2018). Teaching How to Teach Computational Thinking. En *Proceedings of 23rd Annual ACM Conference on Innovation and Technology in Computer Science Education (ITiCSE'18)*. ACM. <https://doi.org/10.1145/3197091.3197120>
- Li, Q. (2021). Computational thinking and teacher education: An expert interview study. *Human Behavior and Emerging Technologies*, 3, 324-338. <https://doi.org/10.1002/hbe2.224>
- Mason, S. L. y Rich, P. J. (2019). Preparing Elementary School Teachers to Teach Computing, Coding, and Computational Thinking. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 19(4), 790-824. Waynesville, NC USA: Society for Information Technology & Teacher Education <https://citejournal.org/volume-19/issue-4-19/general/preparing-elementary-school-teachers-to-teach-computing-coding-and-computational-thinking>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Moreno León, J., Román-González, M., Robles, G. (2022). *Escuela de Pensamiento Computacional e Inteligencia Artificial 20/21: Enfoques y propuestas para su aplicación en el aula. Resultados de la investigación*. Publicaciones Ministerio de Educación y Formación Profesional. <https://sede.educacion.gob.es/publivent/d/25861/19/0>
- Morreale, P., Jimenez, L., Goski, C. y Stewart-Gardiner, C. (2012). Measuring the impact of computational thinking workshops on high school teachers.

- Journal of Computing Sciences in Colleges*, 27(6), 151-157. <https://dl.acm.org/doi/abs/10.5555/2184451.2184486>
- Morze, N., Barna, O. y Boiko, M. (2022). The relevance of training primary school teachers computational thinking. En *Proceedings of the 17th International Conference on ICT in Education Research and Industrial Applications: Integration, Harmonization and Knowledge Transfer (ICTERI 2021)*, 3104, 141-153. <https://ceur-ws.org/Vol-3104/paper218.pdf>
- Pala, F. K. y Türker, P. M. (2021). The effects of different programming trainings on the computational thinking skills. *Interactive Learning Environments*, 29(7), 1090-1100. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1635495>
- Papert, S. (1980). *Mindstorms. Children, computers and powerful ideas*. Basic Books.
- Peracaula-Bosch, M., Estebanell-Minguell, M., Couso, D. y González-Martínez, J. (2020). What do pre-service teachers know about computational thinking? *Aloma. Revista de Psicologia, Ciències de l'Educació i de l'Esport*, 38(1), 75-86. <https://doi.org/10.51698/aloma.2020.38.1.75-86>
- Peracaula-Bosch, M. y González-Martínez, J. (2022). Developing computational thinking among pre-service teachers. *QWERTY. Open and Interdisciplinary Journal of Technology, Culture and Education*, 17(1), 28-44. <https://doi.org/10.30557/QW000049>
- Pérez-Marín, D., Hijón-Neira, R., Bacelo, A. y Pizarro, C. (2020). Can computational thinking be improved by using a methodology based on metaphors and scratch to teach computer programming to children? *Computers in Human Behavior*, 105(August 2018), Artículo 105849. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.12.027>
- Resnick, M. (2018). *Lifelong Kindergarten. Cultivating Creativity through Projects, Passion, Peers and Play*. The MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/11017.001.0001>
- Rich, P. J., Larsen, R. A. y Mason, S. L. (2021). Measuring teacher beliefs about coding and computational thinking. *Journal of Research on Technology in Education*, 53(3), 296-316. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1771232>
- Rich, P. J., Mason, S. L. y O'Leary, J. (2021). Measuring the effect of continuous professional development on elementary teachers' self-efficacy to teach coding and computational thinking. *Computers & Education*, 168, Artículo 104196. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104196>
- Román-González, M. (2016). *Codigoalfabetización y Pensamiento Computacional en Educación Primaria y Secundaria: validación de un instrumento y evaluación de programas* [Tesis Doctoral, Universidad Nacional de Educación a Distancia]. Repositorio Institucional de la Universidad Nacional de Educación a Distancia. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_6)
- Román-González, M., Moreno-León, J. y Robles, G. (2019). Combining assessment tools for a comprehensive evaluation of computational thinking interventions. En S. Kong y H. Abelson (Eds.), *Computational thinking education* (pp. 79-98). Springer. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.08.047>
- Román-González, M., Pérez González, J. C. y Jiménez Fernández, C. (2017). Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test. *Computers in Human Behavior* 72(July), 678-691. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.06.004>
- Román-González, M., Pérez-González, J. C., Moreno-León, J. y Robles, G. (2018). Can computational talent be detected? Predictive validity of the Computational Thinking Test. *International Journal*

- of *Child-Computer Interaction*, 18(November), 47-58. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.004>
- Rubio Hurtado, M. J. y Berlanga Silvente, V. (2012). Cómo aplicar las pruebas paramétricas bivariadas t de Student y ANOVA en SPSS. Caso práctico. *REIRE Revista d'Innovació i Recerca en Educació*, 5(2), 83-100. <https://doi.org/10.1344/reire2012.5.2527>
- Simpson, S. H. (2015). Creating a Data Analysis Plan: What to Consider When Choosing Statistics for a Study. *The Canadian Journal of Hospital Pharmacy*, 68(4), 311-317. <https://doi.org/10.4212/cjhp.v68i4.1471>
- Ung, L. L., Labadin, J. y Mohamad, F. S. (2022). Computational thinking for teachers: Development of a localised E-learning system. *Computers & Education*, 177(February). Artículo 104379. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104379>
- Wing, J. (2006). Computational Thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Wing, J. (10 de enero 2014). Computational Thinking benefits society. *Social Issues in Computing*. <http://socialissues.cs.toronto.edu/index.html%3Fp=279.html>
- Wong, G. K. W. (2023). Amplifying children's computational problem-solving skills: A hybrid-based design for programming education. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11880-9>

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 30 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 6 de octubre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 19 de octubre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024

# Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación: una revisión sistemática

## Techniques and applications of Machine Learning and Artificial Intelligence in education: a systematic review



 Wiston Forero-Corba - *Universitat de les Illes Balears, UIB (España)*  
 Francisca Negre Bennasar - *Universitat de les Illes Balears, UIB (España)*

### RESUMEN

El *Machine Learning* es un campo de la inteligencia artificial que está impactando últimamente en todas las áreas del conocimiento. Las áreas de las ciencias sociales, en especial la educación, no es ajena a ella, por tanto, se realiza una revisión sistemática de la literatura sobre aquellas técnicas y aplicaciones del *Machine Learning* e inteligencia artificial en Educación. La falta de conocimientos y habilidades de los educadores en *Machine Learning* e inteligencia artificial limita la implementación óptima de estas tecnologías en la educación. El objetivo de este trabajo es identificar las oportunidades de mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje y la gestión educativa en todos los niveles del contexto educativo a través de la aplicación de *Machine Learning* e inteligencia artificial. Las bases de datos utilizadas para la búsqueda bibliográfica fueron *Web of Science* y *Scopus*, la metodología aplicada se basó en la declaración PRISMA para la obtención y análisis de 55 artículos publicados en revistas de alto impacto entre los años 2021 y 2023. Los resultados mostraron que los estudios trataron un total de 33 técnicas de *Machine Learning* e inteligencia artificial y múltiples aplicaciones que fueron implementadas en contextos educativos en niveles de educación primaria, secundaria y superior en 38 países. Las conclusiones mostraron el fuerte impacto que tiene el uso de *Machine Learning* e inteligencia artificial. Este impacto se ve reflejado en el uso de diferentes técnicas inteligentes en contextos educativos y el aumento de investigaciones en escuelas de secundaria sobre inteligencia artificial.

**Palabras clave:** machine learning; inteligencia artificial; innovación educativa; tecnología emergente; revolución educativa.

### ABSTRACT

Machine learning is a field of artificial intelligence that is impacting lately in all areas of knowledge. The areas of social sciences, especially education, are no stranger to it, so, a systematic review of the literature on the techniques and applications of machine learning and artificial intelligence in Education is performed. The lack of knowledge and skills of educators in machine learning and artificial intelligence limits the optimal implementation of these technologies in education. The objective of this research is to identify opportunities for improving teaching-learning processes and educational management at all levels of the educational context through the application of machine learning and artificial intelligence. The databases used for the bibliographic search were *Web of Science* and *Scopus* and the methodology applied is based on the PRISMA statement for obtaining and analyzing 55 articles published in high impact journals between the years 2021-2023. The results showed that the studies addressed a total of 33 machine learning and artificial intelligence techniques and multiple applications that were implemented in educational contexts at primary, secondary and higher education levels in 38 countries. The conclusions showed the strong impact of the use of machine learning and artificial intelligence. This impact is reflected in the use of different intelligent techniques in educational contexts and the increase of research in secondary schools on artificial intelligence.

**Keywords:** machine learning; artificial intelligence; educational innovation; emerging technology; educational revolution.

## INTRODUCCIÓN

*Machine Learning* (ML), también conocido como aprendizaje automático o aprendizaje de máquina, es una rama de la inteligencia artificial (IA) que ha tenido un incremento exponencial en los últimos años. La comunidad científica está prestando cada vez más atención a las herramientas educativas enriquecidas con tecnología inteligente, ya que tienen el potencial de revolucionar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Actualmente, se destacan las investigaciones de ML aplicada a la educación en temáticas tales como percepción docente (Salas Rueda et al., 2022), percepción estudiantil (Demir y Güraksin, 2022), rendimiento académico (Ahajjam et al., 2022), deserción escolar (Alvarado Uribe et al., 2022), pensamiento computacional (Almeida Pereira Abar et al., 2021), entre otras, que muestran en sus resultados, la implicación que tiene el uso de técnicas inteligentes en la soluciones de problemas complejos del sector educativo.

Diferentes tipos de investigaciones han sido recopiladas en revisiones sistemáticas sobre IA (Zawacki-Richter et al., 2019; Zhai et al., 2021; Salas-Pilco y Yang, 2022; Su et al., 2022) Artificial Intelligence in Education (AIED) y revisiones sistemáticas sobre ML (Sasmita y Mulyanti, 2020; Luan y Tsai, 2021; Mittal et al., 2022). Las revisiones sobre IA se han centrado principalmente en el sector universitario, con la excepción de Su et al. (2022) que hace su estudio tomando los niveles de primaria y secundaria. Las revisiones sobre ML han identificado palabras clave comunes en las investigaciones, como predicción, identificación, rendimiento y recomendación; asimismo, han descrito el tipo de algoritmos o técnicas inteligentes utilizadas. A pesar de que estas revisiones sistemáticas se hayan realizado durante o después de la pandemia, tan solo el estudio de Mittal et al. (2022) ha abordado el COVID-19.

En el ámbito educativo, la diferencia entre ML e IA no siempre está clara, a pesar de que ambos campos se centran en aplicar el concepto de predicción. El ML se centra en que los sistemas aprendan de los datos (Luan y Tsai, 2021), mientras que la IA permite que los sistemas realicen tareas de forma autónoma (Zhai et al., 2021). No obstante, nuestra revisión sistemática parte de analizar estudios tanto de IA como de ML aplicados al sector educativo por las siguientes razones: La IA y el ML tienen como objetivo crear sistemas que puedan ejecutar tareas que normalmente se consideran propias de los seres humanos, ambos campos utilizan técnicas matemáticas y estadísticas para analizar y procesar datos, tienen un gran potencial para revolucionar la forma en que interactuamos con el mundo, y finalmente, el período de 2021 a febrero de 2023 ha experimentado un crecimiento exponencial de las investigaciones relacionada con esta temática.

En los últimos años, ML ha proporcionado diferentes técnicas o algoritmos para predecir situaciones de acuerdo con grandes cantidades de información que, a través de un buen procesamiento y filtrado de datos, pueden generar predicciones muy efectivas. Distintos autores han desarrollado algoritmos de ML para ayudar a

los educadores (Duzhin y Gustafsson, 2018; Yu et al., 2022), lo que ha permitido que estas técnicas inteligentes se apliquen al sector educativo y sean de apoyo para combatir aquellos problemas dinámicos que aquejan todo tipo de contextos.

La IA en las escuelas ofrece múltiples posibilidades a directivos, docentes y estudiantes. Un ejemplo es ChatGPT, la última versión, GPT-4, está integrada en softwares como *Microsoft Office, Edge* y *Bing*, optimizando tareas educativas. La IA y el ML se han orientado hacia tareas educativas (Zafari et al., 2021), lo que destaca la necesidad de fortalecer la competencia digital docente (CDD).

Continuamente, las investigaciones en el sector educativo buscan cerrar brechas educativas, y el ML e IA emergen como un medio alternativo para lograr óptimos resultados. Un estudio de robótica con técnicas inteligentes pretende cerrar la brecha entre la robótica educativa y la profesional mediante la introducción de técnicas de ML donde las diferencias de acceso, trayectoria, progreso y resultados educativos sean mejores para los estudiantes (Dietz et al., 2022) with the increasing presence of AI in everyday life, these approaches miss an opportunity to introduce machine learning (ML). Además de las investigaciones en educación, el avance tecnológico es un factor importante para la brecha educativa. El desarrollo tecnológico ha abierto la brecha a retos en la comprensión del uso, la aplicación y el funcionamiento interno de tecnologías, especialmente las tecnologías emergentes como la IA y el ML (Temitayo et al., 2022), lo que indica su importancia como tecnología emergente a partir de su correcto uso y aplicación para beneficio de una educación digna y de calidad.

Los actuales planes de estudio son constantemente actualizados, en este sentido, el desarrollo curricular, para dar respuesta a las demandas que impone la sociedad del conocimiento, debe llevar a cabo, la inclusión de temáticas y la realización de algunas actividades basadas en el ML e AI en todos los niveles escolares, permitiendo dinamizar los procesos de enseñanza-aprendizaje. No obstante, la complejidad y la dinámica de la enseñanza de la IA ponen de manifiesto la necesidad de un examen detallado del proceso de elaboración de planes de estudios en un contexto determinado (Dai et al., 2022), mostrando la relevancia de evaluar planes de estudio en todas las áreas de enseñanza y cómo enfocarlas de acuerdo al contexto.

Los procesos educativos junto con estas técnicas y herramientas inteligentes aplicadas dentro y fuera del aula, han llevado a que se trate con moderación su implementación debido a las consideraciones éticas que ello implica (Bogina et al., 2022). Tanto así, que los docentes deben capacitarse y estar actualizados para hacer frente a los procesos de enseñanza, mejorando competencias como las comunicativas, investigativas, pedagógicas, tecnológicas, de gestión, entre otras. Tal como lo refiere la UNESCO (2019) en el Consejo de Beijing sobre la IA y la educación, los sectores educativos deben afrontar la integración de la CDD sobre IA en los marcos de competencias TIC, para apoyar en la formación del personal docente en entornos educativos con fuerte presencia de la IA.

La inclusión del ML en la educación ha hecho que la transformación digital sea de gran provecho para todos los actores educativos, generando que el sistema

educativo sea más cómodo tanto para los profesores como para los alumnos (Nafea, 2018), No obstante, también sería de gran provecho para directivos docentes y familiares, quienes son un importante referente de cualquier comunidad educativa y están estrechamente relacionados en los beneficios que estas nuevas tecnologías puedan generar.

La actualización profesional de los docentes en IA y ML es un reto para las instituciones educativas. Para que la transformación digital en las aulas sea una realidad, los profesores deben estar preparados para adaptar la tecnología a sus prácticas docentes (Almeida Pereira Abar et al., 2021), lo que requiere sólidos conocimientos en estas áreas. La falta de estos conocimientos limita la implementación óptima de las tecnologías de IA y ML en la educación. Por ello, los directivos docentes deben asumir el desafío de liderar la actualización de la CDD.

El objetivo de este trabajo es identificar las oportunidades de mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje y la gestión educativa en todos los niveles del contexto educativo a través de la aplicación de *Machine Learning* e inteligencia artificial.

A partir de todo ello, en este trabajo se responde a las siguientes preguntas de investigación (PI):

- PI1: ¿A qué niveles educativos se han hecho estudios de ML o IA en educación?
- PI2: ¿En qué países se ha realizado investigación de ML o IA en Educación y cuál de ellos tiene mayor influencia?
- PI3: ¿Cuáles son los temas clave y las palabras más frecuentes en los estudios?
- PI4: ¿Qué técnicas de ML se han utilizado en las investigaciones?
- PI5: ¿Cuáles fueron los resultados de la implementación del ML o IA como tecnología emergente en la educación?

## METODOLOGÍA

La metodología considerada adecuada para averiguar el estado actual de todo tipo de investigaciones es la revisión sistemática (Marín, 2022), siguiendo el protocolo PRISMA 2020 (Yepes-Núñez et al., 2021). Se aplica la ecuación de búsqueda (Tabla 1) para la obtención de los estudios en las bases de datos *Web of Science* (WoS) y Scopus. De los criterios de inclusión y exclusión para el filtrado y acotamiento de estudios aplicados (Tabla 2), se pudo obtener sistemáticamente un grupo de 55 artículos (Tabla 3).

En la Tabla 1, se presenta la ecuación de búsqueda de acuerdo con la temática, enfoque educativo, contexto y nivel. Para la búsqueda documental en ambas bases de datos se aplica dicha ecuación en los campos de título, resumen y palabras clave. En WoS se aplica "TS" a la fórmula equivalente (*title, abstract, and key words*) y en Scopus, el equivalente a "TITLE-ABS- KEY". El diseño de los términos de búsqueda, así como los criterios de inclusión y exclusión (Figura 1) se basan en las

recomendaciones de Zawacki-Richter et al. (2020) para revisiones sistemáticas enfocadas a la investigación educativa, así como las indicaciones de Marín (2022) para la investigación en tecnología educativa.

La fórmula de búsqueda fue la siguiente:

**Tabla 1**  
*Ecuación de búsqueda*

Tópico	Términos buscados
Temática	("machine learning") OR ("artificial intelligence")
Enfoque educativo	("education") OR ("teach*") OR ("tutor*") OR ("educational*") OR ("pedagog*")
Contexto	("school*") OR ("universit*")
Nivel	("kindergarten") OR ("elementary school*") OR ("primary school*") OR ("middle school*") OR ("secondary school*") OR ("Bachelor*") OR ("high* school*") OR ("master*") OR ("doctora*")

*Fuente:* elaboración propia.

Los criterios de inclusión y exclusión son los siguientes:

**Tabla 2**  
*Criterios de inclusión y exclusión*

Criterio de inclusión	Criterio de exclusión
Publicadas entre 2021 a febrero de 2023	Publicadas antes del 2021
Inglés	Diferente a inglés
Indexada en <i>Web of Science</i> o Scopus	No indexada en <i>Web of Science</i> o Scopus
Publicaciones relacionadas con educación	Publicaciones no relacionadas con educación
No revisiones sistemáticas	Revisiones sistemáticas
Acceso abierto	No ser de acceso abierto

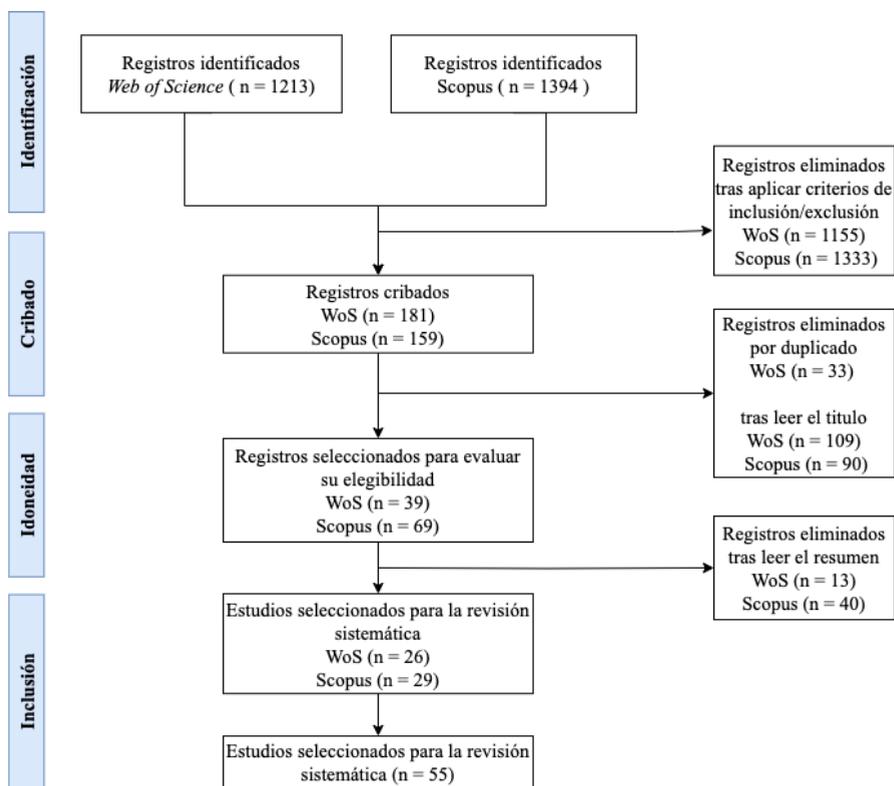
*Fuente:* elaboración propia.

Teniendo en cuenta la Tabla 2, los estudios se tomaron entre 2021 y 2023 para reflejar los últimos avances en el conocimiento científico. Estas investigaciones se

hicieron durante y después de la pandemia. En las revisiones sistemáticas previas (Sasmita y Mulyanti, 2020; Su et al., 2022), la selección de estudios se limitó al idioma inglés. Esto se debe a que la mayoría de las revistas de alto impacto publican sus artículos en este idioma, es por ello, que seleccionamos estudios en inglés para nuestra revisión. Esto permitió obtener estudios relevantes para nuestra investigación. Las bases de datos se limitan a WoS y Scopus ya que son valoradas como las dos herramientas bibliométricas más relevantes, siendo consideradas las dos bases de datos de artículos académicos que lideran el ranking mundial (Zhu y Liu, 2020), permitiendo identificar estudios de calidad. Para identificar las últimas investigaciones del área, seguir tendencias y relevancias de investigación, se utilizó la base de datos *Core Collection* de WoS.

La Figura 1 muestra todo el procedimiento con todos los criterios de inclusión y exclusión.

**Figura 1**  
Diagrama de Flujo PRISMA del estudio



Fuente: elaboración propia.

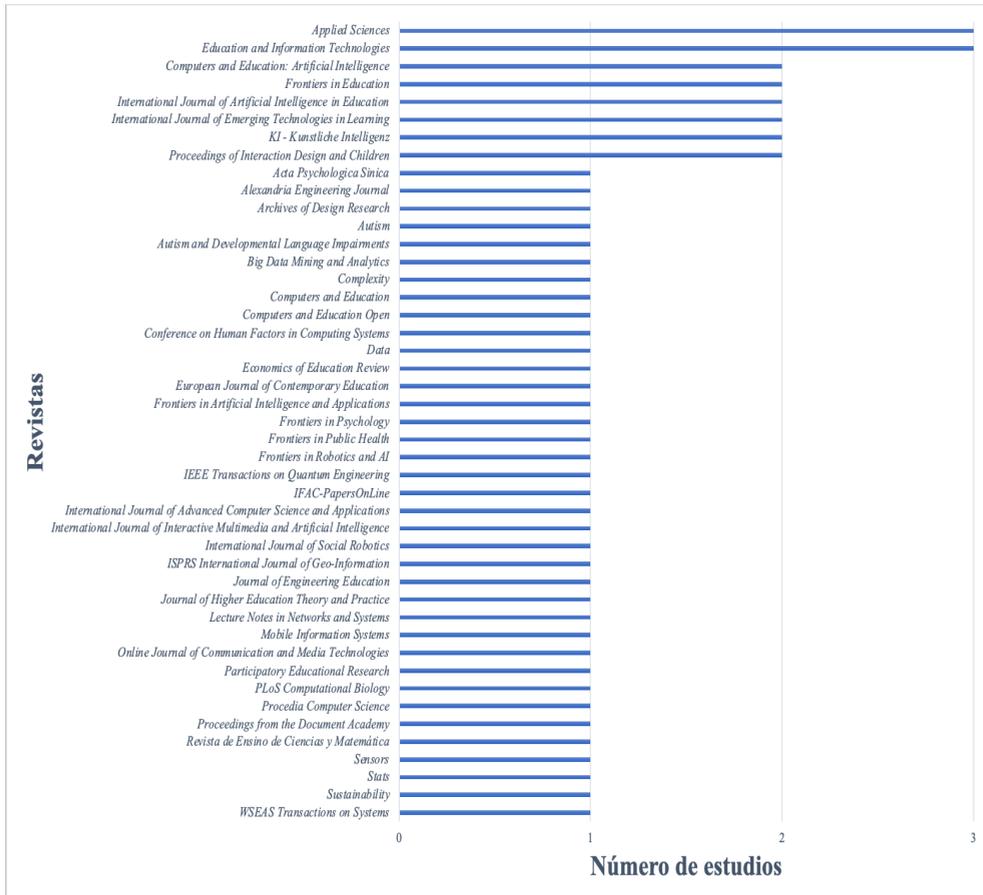
Los dos investigadores fueron partícipes del cribado, revisaron conjuntamente los estudios hasta los resultados. Para la revisión sistemática, se utilizó la herramienta *Rayyan*, que permitió codificar datos de año de publicación, nombre de la revista, países de autoría, muestra, metodología y resultados. La socialización de la muestra, metodología y resultados de cada estudio fue necesaria para unificar criterios y garantizar la calidad de la investigación.

El análisis documental se realizó mediante estadística descriptiva y el análisis de contenido de forma sistemática. Se utilizó el software *Orange Data Mining 3.35.0* para realizar la ubicación geográfica de los estudios, la nube de palabras con el que se analiza el top 20 de palabras más frecuentes en los trabajos completos seleccionados. Además, se utilizó *VOSviewer 1.6.19* para realizar el mapa de red, *Microsoft Excel* para los gráficos estadísticos y [app.diagrams.net](http://app.diagrams.net) para la clasificación de técnicas ML.

## RESULTADOS

Los resultados de los 55 artículos que se exponen a continuación se obtuvieron de 45 revistas de alto impacto, como se muestra en la Figura 2. El número de revistas analizadas es un indicador de que el estudio fue exhaustivo, abarcando una amplia gama de perspectivas, tendencias y patrones existentes.

**Figura 2**  
Revistas vs Número de estudios/revista



Fuente: elaboración propia.

Las revistas con mayor cantidad de estudios en la revisión son *Applied Sciences* y *Education and Information Technologies* con 3 artículos cada uno. La importancia de que haya 45 revistas diferentes de 55 en la revisión aumenta la probabilidad de que se incluya una gama más amplia de estudios y, por lo tanto, sea más representativa de la evidencia disponible.

La Tabla 3 presenta los estudios seleccionados en esta revisión, especificando el título, temática central, contexto de aplicación, país o países en que se implementó la investigación, si abarcó el tema de COVID-19, nivel o niveles educativos en los que fue aplicado el estudio y el año de publicación. El criterio de orden de cada

artículo está en función del nivel educativo, siendo el orden 1. (P: Primaria), 2. (P, S: Primaria, Secundaria), 3. (S: Secundaria), 4. (S, U: Secundaria, Universitaria), 5. (U: Universitaria).

**Tabla 3**  
Estudios seleccionados

Nº	Título	Temática central	País	COVID 19	Nivel Educativo	Año
1	<i>Automatic Detection of Gaze and Body Orientation in Elementary School Classrooms</i>	Orientación de los docentes y estudiantes en clase	Chile	NO	P	2021
2	<i>Collaborative construction of artificial intelligence curriculum in primary schools</i>	Currículo IA	China	SI	P	2022
3	<i>Computational Thinking in Elementary School in the Age of Artificial Intelligence: Where is the Teacher?</i>	Pensamiento computacional	Brasil, Portugal, Cabo Verde y Angola	NO	P	2021
4	<i>Identifying Functions and Behaviours of Social Robots for In-Class Learning Activities: Teachers' Perspective</i>	Robótica social	Canadá	NO	P	2022
5	<i>Shyness prediction and language style model construction of elementary school students</i>	Predicción de la timidez	China	NO	P	2021
6	<i>A machine learning approximation of the 2015 Portuguese high school student grades: A hybrid approach</i>	Rendimiento académico	Portugal	NO	P, S	2021

Nº	Título	Temática central	País	COVID 19	Nivel Educativo	Año
7	<i>Sentiment analysis of arabic tweets regarding distance learning in saudi arabia during the covid-19 pandemic</i>	Educación a distancia	Arabia Saudita	SI	P, S	2021
8	<i>“Alexa, Can I Program You?”: Student Perceptions of Conversational Artificial Intelligence Before and After Programming Alexa</i>	Percepción estudiantil	Estados Unidos	NO	S	2021
9	<i>A Practical Model for the Evaluation of High School Student Performance Based on Machine Learning</i>	Rendimiento académico	Irán	NO	S	2021
10	<i>AI Curriculum for European High Schools: An Embedded Intelligence Approach</i>	Currículo IA	Lituania, Finlandia, Eslovenia, Italia, España	NO	S	2022
11	<i>An Education Tool at Supports Junior Learners in Studying Machine Learning</i>	Enseñanza de la IA	Japón	NO	S	2022
12	<i>An Effective Decision-Making Support for Student Academic Path Selection using Machine Learning</i>	Orientación académica	Benín	NO	S	2022
13	<i>Artificial Intelligence and Machine Learning to Predict Student Performance during the COVID-19</i>	Rendimiento académico	Marruecos	SI	S	2021
14	<i>ARtonomous: Introducing Middle School Students to Reinforcement Learning Through Virtual Robotics</i>	Robótica Virtual	Estados Unidos	SI	S	2022

Nº	Título	Temática central	País	COVID 19	Nivel Educativo	Año
15	<i>Children as creators, thinkers and citizens in an AI-driven future</i>	Modelos generativos	Estados Unidos	NO	P, S	2021
16	<i>Computer or teacher: Who predicts dropout best?</i>	Deserción escolar	Países Bajos	NO	S	2022
17	<i>Contextualizing AI Education for K12 Students to Enhance Their Learning of AI Literacy Through Culturally Responsive Approaches</i>	Currículo IA	Japón	SI	P, S	2021
18	<i>Determining middle school students' perceptions of the concept of artificial intelligence: A metaphor analysis</i>	Percepción de la IA	Turquía	NO	S	2022
19	<i>Early Introduction of AI in Spanish Middle Schools. A Motivational Study</i>	Currículo IA	España	NO	S	2021
20	<i>Exploring generative models with middle school students</i>	Modelos generativos	Estados Unidos	NO	S	2021
21	<i>Exploring teachers' preconceptions of teaching machine learning in high school: A preliminary insight from Africa</i>	Enseñanza del ML	Nigeria, Ghana, Tanzania, Kenia, Sudáfrica y Namibia	NO	S	2022
22	<i>Formation of the Optimal Load of High School Students Using a Genetic Algorithm and a Neural Network</i>	Eficiencia escolar	Rusia	NO	S	2021

Nº	Título	Temática central	País	COVID 19	Nivel Educativo	Año
23	<i>From high school to postsecondary education, training, and employment: Predicting outcomes for young adults with autism spectrum disorder</i>	TEA en Educación con ML	Estados Unidos	NO	S	2022
24	<i>Graph Neural Network for Senior High Student's Grade Prediction</i>	Rendimiento académico	China	NO	S	2022
25	<i>Identifying supportive student factors for mindset interventions: A two-model machine learning approach</i>	Intervención de mentalidad	Estados Unidos	NO	S	2021
26	<i>Improvement and Optimization of Feature Selection Algorithm in Swarm Intelligence Algorithm Based on Complexity</i>	Enseñanza de IA	China	NO	S	2021
27	<i>Interdisciplinary K-12 Control Education in Biomedical and Public Health Applications</i>	Realidad Virtual en salud	Estados Unidos	SI	P, S	2022
28	<i>Learning Time Acceleration in Support Vector Regression: A Case Study in Educational Data Mining</i>	Eficiencia computacional	Brasil	NO	S	2021
29	<i>Modeling English teachers' behavioral intention to use artificial intelligence in middle schools</i>	Enseñanza de la IA	China	NO	S	2022
30	<i>Nurturing diversity and inclusion in AI in Biomedicine through a virtual summer program for high school students</i>	Enseñanza IA	Estados Unidos	SI	S	2022

Nº	Título	Temática central	País	COVID 19	Nivel Educativo	Año
31	<i>Predicting Students' Final Performance Using Artificial Neural Networks</i>	Rendimiento académico	Marruecos	NO	S	2022
32	<i>Prediction of differential performance between advanced placement exam scores and class grades using machine learning</i>	Rendimiento académico	Estados Unidos	NO	S	2022
33	<i>Situation and Proposals for Implementing Artificial Intelligence-based Instructional Technology in Vietnamese Secondary Schools</i>	Enseñanza de la IA	Vietnam	NO	S	2022
34	<i>Stem education-career pathway for emerging forensic analytics: Innovative professional development in multimodal environments</i>	STEM para análisis forense	Estados Unidos	SI	S	2021
35	<i>Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools</i>	Enseñanza de la IA	Nigeria	NO	S	2022
36	<i>Teaching Quantum Computing to High-School-Aged Youth: A Hands-On Approach</i>	Enseñanza de la computación cuántica	Canadá y Estados Unidos	NO	S	2022
37	<i>The application of artificial intelligence assistant to deep learning in teachers' teaching and students' learning processes</i>	Procesos de aprendizaje	China	NO	S	2022

Nº	Título	Temática central	País	COVID 19	Nivel Educativo	Año
38	<i>The Effect of Design Classes Using Artificial Intelligence in the Era of COVID-19 on Social Responsibility of High School Students</i>	Responsabilidad social	Corea del Sur	SI	S	2022
39	<i>Understanding the response to financial and non-financial incentives in education: Field experimental evidence using high-stakes assessments</i>	Economía	Inglaterra	NO	S	2021
40	<i>Urban-Rural Gradients Predict Educational Gaps: Evidence from a Machine Learning Approach Involving Academic Performance and Impervious Surfaces in Ecuador</i>	Rendimiento académico	Ecuador	NO	S	2021
41	<i>Wearable Artificial Intelligence for Assessing Physical Activity in High School Children</i>	Actividad física	Qatar	NO	S	2023
42	<i>AI-Based Metaverse Technologies Advancement Impact on Higher educación Learners</i>	Metaverso	India	NO	S, U	2022
43	<i>Erwhi Hedgehog: A New Learning Platform for Mobile Robotics</i>	Robótica	Italia	NO	S, U	2021
44	<i>Digital Transformation of Legal education: Problems, Risks and Prospects</i>	Marco legal en Educación Digital	Rusia	NO	U	2021
45	<i>Educating Software and AI Stakeholders About Algorithmic Fairness, Accountability, Transparency and Ethics</i>	FATE	Israel y España	NO	U	2022

Nº	Título	Temática central	País	COVID 19	Nivel Educativo	Año
46	<i>Evaluating the user's experience, adaptivity and learning outcomes of a fuzzy-based intelligent tutoring system for computer programming for academic students in Greece</i>	Tutor inteligente	Grecia	NO	U	2022
47	<i>Evaluation of postgraduate academic performance using artificial intelligence models</i>	Rendimiento académico	Malasia	NO	U	2022
48	<i>Machine Learning in Clinical Psychology and Psychotherapy Education: A Mixed Methods Pilot Survey of Postgraduate Students at a Swiss University</i>	ML en educación clínica	Suiza	SI	U	2021
49	<i>Modeling deception: A case study of email phishing</i>	Phishing	Estados Unidos	NO	U	2021
50	<i>Online English Teaching Based on Artificial Intelligence Internet Technology Embedded System</i>	Enseñanza de la IA	China	NO	U	2021
51	<i>Predicting academic success of autistic students in higher education</i>	Abandono escolar TEA	Países Bajos	NO	U	2023
52	<i>Student Dataset from Tecnológico de Monterrey in Mexico to Predict Dropout in Higher education</i>	Deserción escolar	México	NO	U	2022
53	<i>Teachers' Opinion About Collaborative Virtual Walls and Massive Open Online Course During the COVID-19 Pandemic</i>	Percepción docente	México	SI	U	2022

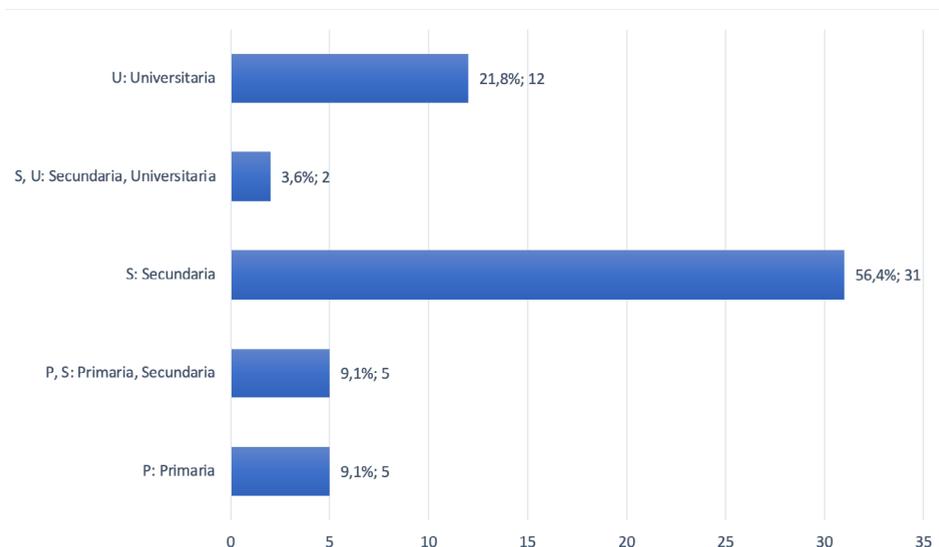
Nº	Título	Temática central	País	COVID 19	Nivel Educativo	Año
54	<i>Towards the Grade's Prediction. A Study of Different Machine Learning Approaches to Predict Grades from Student Interaction Data</i>	Rendimiento académico	España	NO	U	2022
55	<i>Using Recommender Systems for Matching Students with Suitable Specialization: An Exploratory Study at King Abdulaziz University</i>	Recomendación de estudios	Arabia Saudita	NO	U	2021

*Nota:* P: Primaria, S: Secundaria, U: Universitaria, TEA: Trastorno del Espectro Autista, FATE: fairness, accountability, transparency and ethics, STEM: Science, Technology, Engineering and Mathematics

Para responder a la primera pregunta de investigación, con base en la Tabla 3, la Figura 3 muestra el nivel educativo aplicado en los estudios.

PI1: ¿A qué niveles educativos se han hecho estudios de ML o IA en educación?

**Figura 3**  
*Nivel educativo aplicado en los estudios*

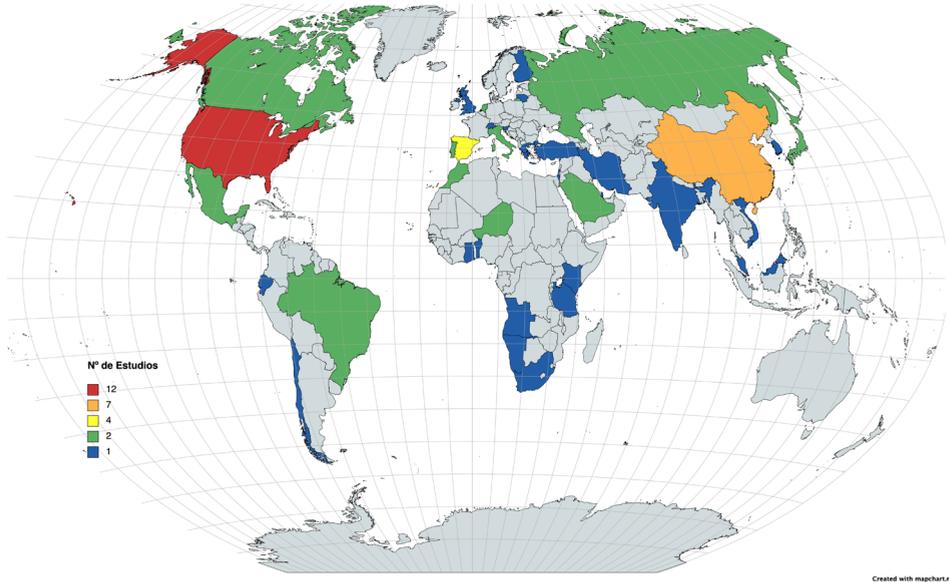


*Fuente:* elaboración propia.

Para responder la segunda pregunta de investigación, se tiene en cuenta que los estudios en inglés a menudo no reflejan la diversidad de la investigación mundial. Por ello, se optó por seleccionar trabajos en inglés y analizar cómo los países de habla no inglesa pueden fundamentar sus estudios en este idioma para tener un mayor alcance a nivel de investigación. La Figura 4 muestra la ubicación geográfica (países) en la cual se realizaron y/o aplicaron las investigaciones.

**PI2:** ¿En qué países se ha realizado investigación de ML o IA en Educación y cuál de ellos tiene mayor influencia?

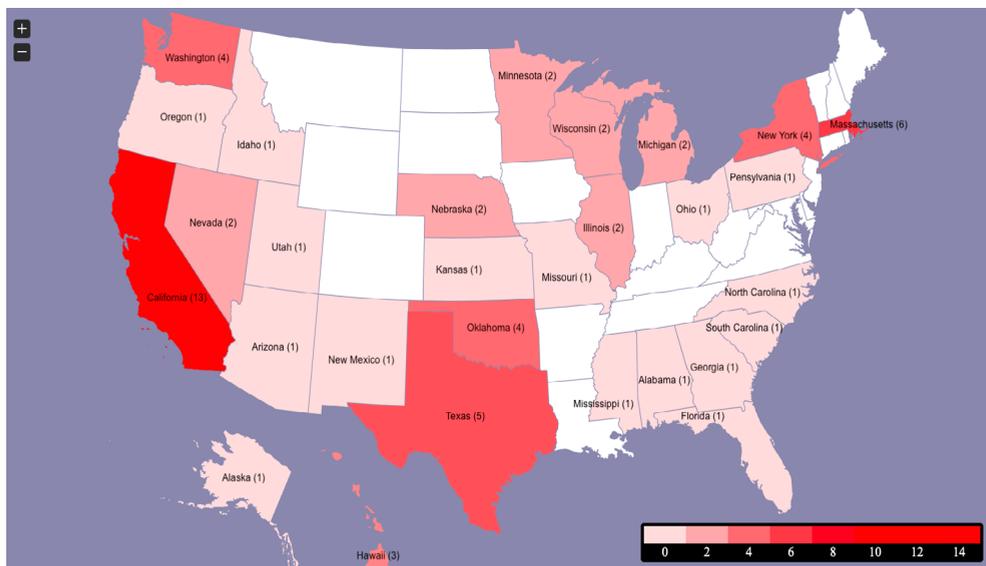
**Figura 4**  
*Ubicación geográfica de los estudios*



*Fuente:* elaboración propia.

La Figura 4 muestra que Estados Unidos (EUA) tiene la mayor cantidad de estudios. Por ello, la Figura 5 estima los estados con mayor influencia de investigación en los artículos.

**Figura 5**  
Influencia de los artículos en los estados de EUA



Fuente: elaboración propia.

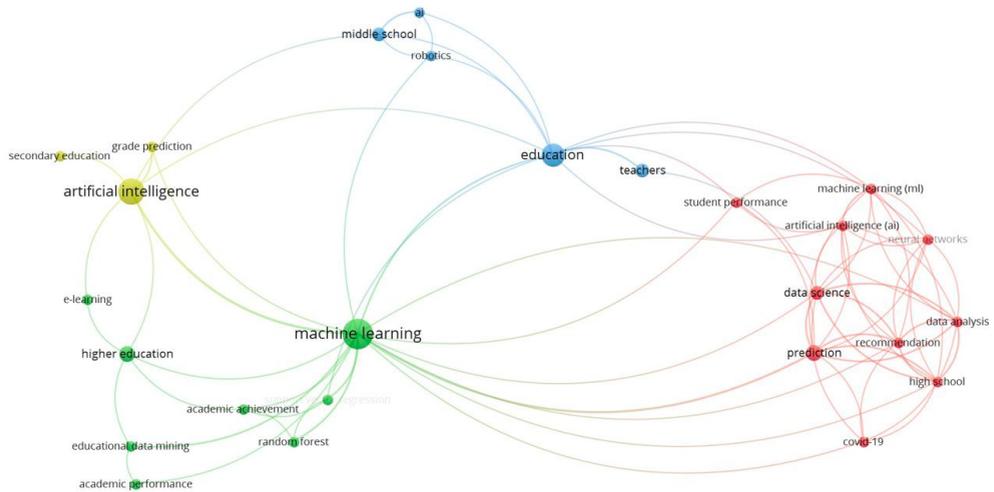
Para responder a la tercera pregunta de investigación, la Figura 6 muestra un mapa de red que representa las relaciones entre los temas clave de los estudios seleccionados, y la Figura 7 muestra una nube de palabras que destaca las 90 palabras más frecuentes y relevantes en estos estudios.

PI3: ¿Cuáles son los temas clave y las palabras más frecuentes en los estudios?

La Figura 6 muestra un mapa de red que representa los temas clave a partir de los títulos y resúmenes de las 55 investigaciones. El mapa de red muestra cuatro subclústeres de temas clave interrelacionados, identificados por colores: verde para *machine learning* (ML), amarillo para *artificial intelligence* (IA), azul para *education* (educación) y rojo para *prediction* (predicción).

**Figura 6**

Mapa de red de las 55 investigaciones sobre ML e IA en Educación



El subclúster verde ML está conectado con el subclúster amarillo que representa la temática de IA porque es una tecnología clave para crear herramientas inteligentes a partir del reconocimiento y aprendizaje de datos. Por otro lado, el subclúster rojo que representa la temática clave de la predicción está conectado con el subclúster del ML, debido a que las técnicas o algoritmos del ML se basan en la predicción para la toma de decisiones. Por último, tanto el subclúster ML como el IA, están conectados con el subclúster azul que representa la temática de la educación, porque tiene el potencial de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de varias maneras, como por ejemplo, enfocándose en la mejora de habilidades por parte del docente, en la predicción e identificación de fortalezas y debilidades por parte de los estudiantes para estimar su progreso académico, en apoyo a campos como la robótica educativa, la realidad aumentada, entre otros.



<b>Ranking</b>	<b>Palabra</b>	<b>Frecuencia</b>
4	<i>education</i>	1870
5	<i>data</i>	1631
6	<i>school</i>	1600
7	<i>teachers</i>	1184
8	<i>student</i>	1175
9	<i>high</i>	1088
10	<i>model</i>	1012
11	<i>research</i>	958
12	<i>machine</i>	910
13	<i>study</i>	878
14	<i>teaching</i>	825
15	<i>educational</i>	694
16	<i>intelligence</i>	689
17	<i>performance</i>	657
18	<i>information</i>	639
19	<i>models</i>	619
20	<i>technology</i>	601

Fuente: elaboración propia.

PI4: ¿Qué técnicas de ML se han utilizado en las investigaciones?

Respondiendo a la cuarta pregunta de investigación, Las Figuras 7 y 8 aportan información respecto a la cuarta pregunta.

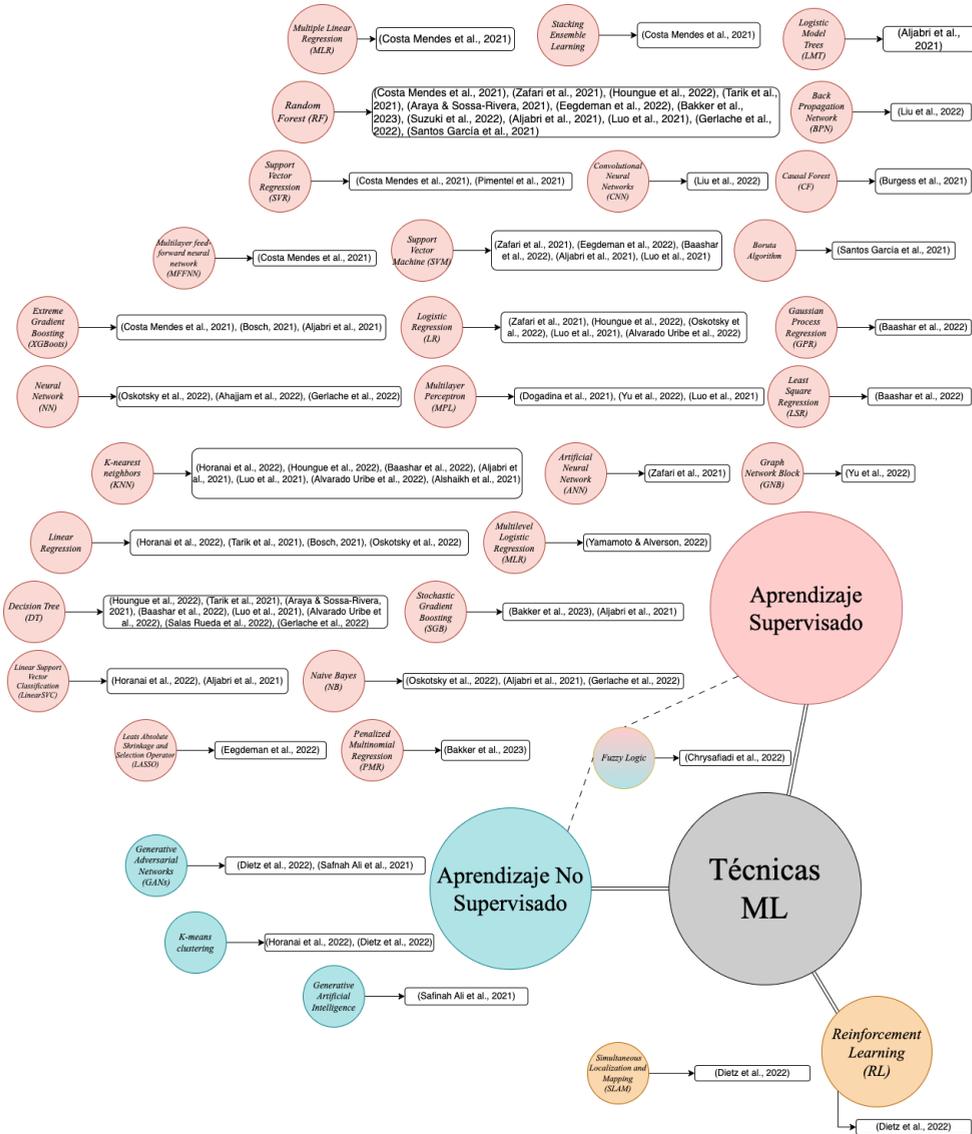
Las técnicas de ML se clasifican de acuerdo con el tipo de aprendizaje:

- **Aprendizaje supervisado:** aprendizaje a partir de datos etiquetados (Segura et al., 2022).
- **Aprendizaje no supervisado:** aprendizaje a partir de datos no etiquetados (Taha et al., 2018).
- **Aprendizaje semisupervisado:** aprendizaje a partir de datos etiquetados y no etiquetados (Chrysafiadi et al., 2022)
- **Aprendizaje por refuerzo:** aprendizaje a partir de las interacciones con su entorno (Dietz et al., 2022)

En la Figura 8 se clasifican las técnicas de acuerdo con el tipo de aprendizaje: supervisado, no supervisado y por refuerzo. Se dejan en inglés los nombres de las técnicas porque muchas de ellas no tienen traducción al español y esto permite mantener una hegemonía en la lectura, manteniendo así sus iniciales en relación con otros documentos científicos.

**Figura 8**

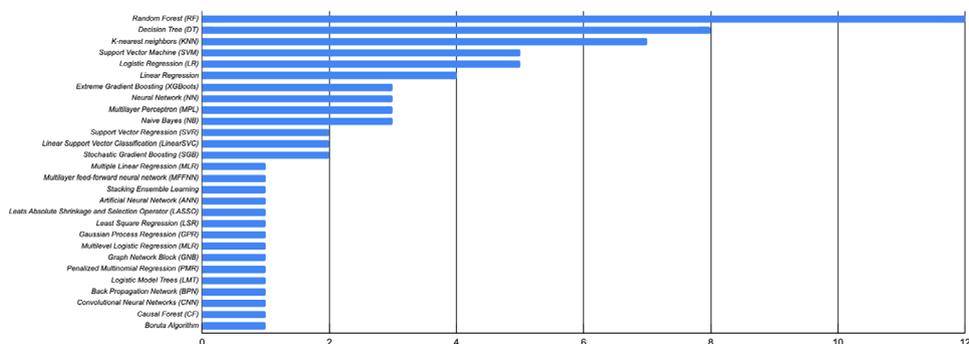
Técnicas ML encontrada en los estudios ML (■ aprendizaje supervisado, ■ aprendizaje no supervisado, ■ aprendizaje semisupervisado, ■ aprendizaje por refuerzo)



Fuente: elaboración propia.

La Figura 9 representa la frecuencia de las técnicas de aprendizaje supervisado encontrada en los estudios. Se observa que las técnicas más usadas en los estudios son *Random Forest (RF)*, *Decision Tree (DT)* y *K-nearest neighbors (KNN)*, siendo las menos usadas *Boruta Algorithm*, *Causal Forest (CF)*, *Convolution Neural Networks (CNN)*, *Back Propagation Network (BPN)*, *Logistic Model Trees (LMT)*, *Penalized Multinomial Regression (PMR)*, *Graph Network Block (GNB)*, *Multilayer Logistic regression (MLR)*, *Gaussian Process Regression (GPR)*, *Least Square Regression (LSR)*, *Leasts Absolute Shrinkage and Selection Operator (LASSO)*, *Artificial Neural Network (ANN)*, *Stacking Emsemble Learning*, *Multilayer feed-fodward neural network (MFFNN)* y *Multilayer Linear Regression (MLR)*.

**Figura 9**  
Técnicas de aprendizaje supervisado en los estudios



Fuente: elaboración propia.

PI5: ¿Cuáles fueron los resultados de la implementación del ML o IA como tecnología emergente en la educación?

Respondiendo a la quinta pregunta de investigación, en el apartado principal **Anexo** se puede encontrar la Tabla 5. En esta tabla se presenta el estudio de investigación, la muestra, metodología y resultados. El orden está establecido de acuerdo con el criterio de orden de la Tabla 3.

De acuerdo con los resultados de la Tabla 5, las oportunidades de mejora en los procesos de enseñanza-aprendizaje y la gestión educativa se pueden agrupar en las siguientes categorías: la predicción del rendimiento académico y abandono escolar, análisis de la percepción estudiantil y docente, desarrollo de la robótica virtual, aprendizaje sobre modelos generativos, implementación de la IA y ML, inserción del pensamiento computacional en todos los niveles, fortalecimiento del marco legal en educación, eficiencia de la gestión escolar, intervención de la robótica

social, capacitación en seguridad informática, incorporación de la IA en educación clínica, STEM para análisis forense, apoyo de la IA en estudiantes con necesidades educativas especiales (NEE), entre otros. Estas oportunidades de mejora pueden ayudar a mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, reducir el abandono escolar, fortalecer la equidad educativa y mejorar la calidad de la educación en general.

En los estudios resaltan las predicciones a nivel institucional, no obstante, se recomienda realizar también las predicciones a nivel de aula debido a que son más precisas y se basan en datos más específicos de los estudiantes individuales. Sin embargo, las predicciones a nivel de institución pueden proporcionar una visión más general del rendimiento académico ya que se basan en datos de toda la institución, como calificaciones promedio, tasas de asistencia, tasas de graduación, tasas de deserción, etc.

Las metodologías empleadas en los estudios se precisaron en dos niveles: el de investigación y el de docencia. A nivel de investigación, se buscaba encontrar nuevos conocimientos y comprobar hipótesis mediante métodos cuantitativos, cualitativos o mixtos. A nivel de docencia, se busca fortalecer la CDD necesaria para el desarrollo personal y profesional en pro del aprendizaje de los estudiantes.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Esta revisión sistemática de la literatura analizó 55 referencias sobre el uso de ML e IA en la educación realizados en 38 países, con Estados Unidos a la cabeza, en los niveles de primaria hasta universidad. Los resultados muestran que las 33 técnicas inteligentes extraídas de los estudios pueden aplicarse en el sector educativo para:

- Detectar el rendimiento académico de los estudiantes de forma temprana.
- Mejorar las habilidades educativas de los docentes. Facilitar el aprendizaje de los estudiantes con trastornos del espectro autista (TEA).
- Predecir la deserción escolar y tomar decisiones al respecto.
- Mejorar y generar contenido educativo.
- Cerrar brechas educativas. Implementar la enseñanza de la IA en todos los niveles educativos.
- Fortalecer la seguridad de la información de la comunidad educativa. Motivar el aprendizaje a través de dispositivos móviles.
- Fortalecer el campo de la robótica.
- Mejorar la orientación académica y profesional de los estudiantes.
- Prevenir la difusión de noticias falsas en redes sociales.
- Entender y reflexionar sobre la relación entre humanos y máquinas.
- Desarrollar el pensamiento crítico a partir del pensamiento computacional.

Se analiza la distribución de estudios sobre la aplicación de técnicas inteligentes en la educación. Los estudios analizados se centraron en el uso de técnicas de IA y ML. Los resultados muestran que la aplicación de técnicas inteligentes en la educación está ganando terreno en todos los niveles educativos. En el pasado, la mayoría de estas investigaciones se centraron en el sector universitario (Forero y Negre, 2022), pero el 74,6 % de los estudios analizados se aplicaron a nivel de primaria y secundaria. Nuestra revisión es más exhaustiva que otras revisiones sistemáticas, ya que analiza estudios en todos los niveles de primaria, secundaria y universitaria.

La Tabla 3 muestra que el 20 % de los estudios seleccionados abordaban la problemática del COVID-19 de alguna forma. Este aumento significativo en comparación con otras revisiones sistemáticas se debe a que los estudios se realizaron entre 2021 y febrero de 2023, cuando muchas de estas investigaciones aún estaban en curso durante la pandemia. La pandemia de COVID-19 ha sido un evento global de gran magnitud que ha tenido un impacto significativo en todos los aspectos de la vida. Como consecuencia, no es de extrañar que muchos estudios científicos hayan centrado su atención en esta problemática. De nuestra revisión se puede inferir que uno de cada cinco estudios se centró en la enfermedad del COVID-19 y/o sus consecuencias.

En los últimos años, ha aumentado la publicación de investigaciones de países de habla no inglesa en revistas científicas en inglés de alto impacto. Esto se debe a la creciente importancia de la ciencia y la tecnología en el mundo globalizado, al aumento de la inversión en investigación y desarrollo en países emergentes, y a la necesidad de compartir conocimientos y resultados con un alcance mayor. En Latinoamérica, Brasil, México, Chile y Ecuador son los países que han experimentado un mayor crecimiento debido a que cuentan con una importante base científica y tecnológica, y están invirtiendo cada vez más en investigación. En Europa, España, Países Bajos, Portugal, Italia, Grecia, Suiza, Lituania, Finlandia, Eslovenia, Rusia y Turquía son algunos de los países que lideran el crecimiento ya que cuentan con una larga tradición científica y están comprometidos con la investigación internacional. En África, Benín, Cabo Verde, Angola, Marruecos, Nigeria, Ghana, Tanzania, Kenia, Sudáfrica y Namibia han experimentado un aumento significativo porque están invirtiendo cada vez más en investigación para abordar los desafíos de desarrollo que enfrentan. En Asia, Japón, China, Arabia Saudita, Irán, Vietnam, Corea del Sur, Qatar, India, Israel y Malasia siempre están dando un paso adelante ya que cuentan con una fuerte economía y están invirtiendo cada vez más en investigación para impulsar el crecimiento económico. Este aumento es una tendencia positiva que está contribuyendo a la globalización de la ciencia.

La Figura 5 muestra que California, Massachusetts y Texas son los estados con mayor concentración de investigación sobre ML e IA en educación. Esto se debe a que instituciones como la Universidad del Sur de California, el Instituto Tecnológico de Massachusetts y la Universidad del Norte de Texas están realizando un gran esfuerzo en este campo. Los autores de estas investigaciones son principalmente ingenieros,

lo que destaca la necesidad de involucrar a los profesionales de la educación en el proceso de investigación.

Tal como se puede evidenciar en la Figura 8, este estudio encontró 33 técnicas diferentes de ML, que se clasifican en las cuatro categorías principales de aprendizaje: supervisado (28), semi-supervisado (1), no supervisado (3) y por refuerzo (1), algunas técnicas son subgrupo de otras, como por ejemplo *Artificial Neural Network ANN* (Zafari et al., 2021) y *Neural Network NN* (Oskotsky et al., 2022), pero no se agrupan como una misma técnica, para dejar el nombre completo que aparece en las investigaciones. Esto indica que los expertos están convencidos cada vez más que las técnicas de ML son apropiadas y muy importantes para las investigaciones en educación ya que están reconociendo el potencial para mejorar la comprensión y practicas educativas a través de nuevos modelos y métodos de enseñanza-aprendizaje.

En línea con lo anterior, las instituciones pueden usar técnicas y herramientas inteligentes para ayudar a sus estudiantes. La predicción de notas es una herramienta de alto impacto que puede beneficiar de forma considerable tanto a los estudiantes como a las instituciones (Gerlache et al., 2022), como por ejemplo, pueden proporcionar a los estudiantes una visión de su rendimiento actual y su potencial de éxito, ayudando a los estudiantes a identificar las áreas o asignaturas en las que necesitan mejorar y a tomar medidas para mejorar sus resultados. Además, los predictores de notas pueden ayudar a los estudiantes a tomar decisiones sobre su futuro profesional, al saber cómo les va a ir en una determinada carrera, los estudiantes pueden tomar decisiones más sólidas sobre qué estudiar y dónde querer trabajar en un futuro cercano.

Las aplicaciones más frecuentes que usan técnicas de ML se centran en la predicción del rendimiento académico, en particular, el algoritmo de *Random Forest* es el más utilizado en estas investigaciones la cual es una técnica de aprendizaje supervisado con alta probabilidad de predicción. Un ejemplo de la efectividad del *Random Forest* para la predicción del rendimiento académico es un estudio realizado por Houngue et al. (2022) after the GCSE (General Certificate of Secondary Education) donde obtuvo un 99 de precisión en la predicción. Sin embargo, existen otras técnicas con buena probabilidad, la elección dependerá del tipo de datos disponibles y del objetivo específico del estudio. En general, los algoritmos de ML han alcanzado un mayor nivel predictivo en comparación con el modelo clásico (Costa Mendes et al., 2021), esto se debe a que los algoritmos de ML pueden aprender patrones complejos en los datos, lo que les permite generar predicciones más precisas.

La muestra de las investigaciones maneja gran cantidad de información, ya que, para que las técnicas de ML sean efectivas en su capacidad predictiva, es necesario que los datos estén correctamente etiquetados. Por ello, el *BigData* entra a jugar un papel importante, donde el papel del dato debe mantener esos aspectos de integridad ética y moral en cuanto a la información tanto de los participantes (Blease et al., 2021) como del currículo (Eguchi et al., 2021). Ambos estudios coinciden en que los

datos utilizados para el ML deben ser éticos y morales, ya que los sesgos en los datos pueden afectar negativamente a la precisión de los modelos.

Los estudios sobre ML están desarrollando nuevas técnicas que pueden mejorar el sistema de predicción en el sector educativo. Por ejemplo, el estudio de Suzuki et al. (2022) utilizó un modelo de ML para predecir el rendimiento académico de los estudiantes de primaria en Japón con un error de 10 %. El estudio de Tarik et al. (2021) utilizó un modelo de ML para predecir la asistencia a clase de los estudiantes universitarios en Malasia con un error de 5 %. Con ello, poder predecir efectivamente la gestión educativa minimizando errores a nivel técnico y a nivel institucional, posibilita la solución de problemas en contextos educativos dinámicos.

La CDD es indispensable para los docentes, ya que evalúa sus habilidades en el conocimiento y uso de tecnologías digitales. Por ello, el identificar estas oportunidades de mejora en los procesos de enseñanza-aprendizaje ayuda a transversalizar los conceptos de ML e IA en todas las áreas y niveles de conocimiento. Los docentes de distintas áreas y con diferentes niveles de formación en informática pueden tener diferentes concepciones sobre cómo integrar conceptos de ML en las escuelas (Temitayo et al., 2022). Por lo tanto, este trabajo también busca crear conciencia sobre la importancia de que los docentes, independientemente de su formación, tengan las habilidades y competencias necesarias para aplicar el ML e IA en el aula. La integración de las tecnologías inteligentes es una innovación educativa crucial en todas las áreas de estudio y niveles educativos, ya que tiene el potencial de cerrar la brecha digital y escolar que se ha convertido en un desafío para los expertos en educación.

## LIMITACIONES Y FUTURAS INVESTIGACIONES

Esta revisión debido a su temática actual, amplio alcance y para acotar la metodología propuesta, solo se han analizado trabajos en inglés. Sin embargo, es posible que existan investigaciones en ML e IA aplicada a la educación en otros idiomas que no se han considerado y que podrían resultar interesantes.

Si bien se han utilizado las bases de datos WoS y Scopus para acotar el estudio, se podría ampliar la investigación consultando otras bases de datos, ya que podrían arrojar resultados interesantes sobre ML e IA.

Es necesario fortalecer los sistemas educativos de Latinoamérica, África y Oceanía con la puesta en marcha de experiencias e investigaciones de IA y ML, fortaleciendo la dotación de recursos humanos, físicos y formación docente de calidad, en especial en la CDD.

La ecuación utilizada permite integrar implícitamente ciertos estudios con la palabra clave “K-12” (Ali, DiPaola, Lee, Sindato et al., 2021; An et al., 2022; Duncan et al., 2022; Eguchi et al., 2021; Sanusi et al., 2022), sin embargo, no incluye referencias con las palabras clave “high\* education\*”, “ungraduate\*”, “vocational training\*”, “vocational education”, “adult education” o “corporate training\*”. Esto

podría ser interesante para futuros trabajos, ya que estas palabras clave podrían ampliar el alcance de la investigación.

El plan curricular de las asignaturas debe incorporar de forma transversal los conceptos de las nuevas tecnologías inteligentes. Para ello, es necesario que las gestiones educativas e institucionales fortalezcan las competencias de los docentes y estudiantes en estos nuevos ámbitos educativos.

A pesar de la escasez de investigaciones relacionadas con la diversidad, el alumnado con necesidades educativas especiales, la discapacidad y la enfermedad, es necesario profundizar y fortalecer estos campos permitiendo generar cierres de brechas e impacto positivo en la educación y la sociedad.

Finalmente, se espera que este trabajo contribuya a conocer y comprender las prácticas educativas con ML e IA y cómo éstas pueden implementarse para fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje y gestión educativa en todo tipo de contextos.

## REFERENCIAS

- Ahajjam, T., Moutaib, M., Aissa, H., Azrour, M., Farhaoui, Y. y Fattah, M. (2022). Predicting Students' Final Performance Using Artificial Neural Networks. *Big Data Mining and Analytics*, 5(4), 294-301. <https://doi.org/10.26599/BDMA.2021.9020030>
- Ahmed, A., Aziz, S., Qidwai, U., Farooq, F., Shan, J., Subramanian, M., Chouchane, L., EINatour, R., Abd-Alrazaq, A., Pandas, S. y Sheikh, J. (2023). Wearable Artificial Intelligence for Assessing Physical Activity in High School Children. *Sustainability (Switzerland)*, 15(1), 1-12. <https://doi.org/10.3390/su15010638>
- Ali, S., DiPaola, D., Lee, I., Sindato, V., Kim, G., Blumofe, R. y Breazeal, C. (2021). Children as creators, thinkers and citizens in an AI-driven future. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 2, 100040. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100040>
- Ali, S., DiPaola, D., Lee, I., Hong, J. y Breazeal, C. (2021). Exploring generative models with middle school students. *Conference on Human Factors in Computing Systems - Proceedings*. <https://doi.org/10.1145/3411764.3445226>
- Aljabri, M., Chrouf, S. M. B., Alzahrani, N. A., Alghamdi, L., Alfehaid, R., Alqarawi, R., Alhuthayfi, J. y Alduhailan, N. (2021). Sentiment analysis of arabic tweets regarding distance learning in saudi arabia during the covid-19 pandemic. *Sensors*, 21(16). <https://doi.org/10.3390/s21165431>
- Almeida Pereira Abar, C. A., Dos Santos Dos Santos, J. M. y de Almeida, M. V. (2021). Computational Thinking in Elementary School in the Age of Artificial Intelligence: Where is the Teacher? *Revista de Ensino de Ciências y Matemática*, 23(6), 270-299. <https://doi.org/10.17648/acta.scientiae.6869>
- Almoqbil, A., O'Connor, B. C., Anderson, R., Shittu, J. y McLeod, P. (2021). Modeling deception: A case study of email phishing. *Proceedings from the Document Academy*, 8(2). <https://doi.org/10.35492/docam/8/2/8>
- Alshaikh, K., Bahurmuz, N., Torabah, O., Alzahrani, S., Alshingiti, Z. y Meccawy, M. (2021). Using Recommender Systems for Matching Students with Suitable Specialization: An Exploratory Study at King Abdulaziz University. *International Journal of Emerging Technologies in*

- Learning*, 16(3), 316-324. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i03.17829>
- Alvarado Uribe, J., Mejía Almada, P., Masetto Herrera, A. L., Molontay, R., Hilliger, I., Hegde, V., Montemayor Gallegos, J. E., Ramírez Díaz, R. A. y Ceballos, H. G. (2022). Student Dataset from Tecnológico de Monterrey in Mexico to Predict Dropout in Higher Education. *Data*, 7(9). <https://doi.org/10.3390/data7090119>
- An, X., Chai, C. S., Li, Y., Zhou, Y., Shen, X., Zheng, C. y Chen, M. (2022). Modeling English teachers' behavioral intention to use artificial intelligence in middle schools. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11286-z>
- Angara, P. P., Stege, U., MacLean, A., Muller, H. A. y Markham, T. (2022). Teaching Quantum Computing to High-School-Aged Youth: A Hands-On Approach. *IEEE Transactions on Quantum Engineering*, 3. <https://doi.org/10.1109/TQE.2021.3127503>
- Araya, R. y Sossa-Rivera, J. (2021). Automatic Detection of Gaze and Body Orientation in Elementary School Classrooms. *Frontiers in Robotics and AI*, 8(September), 1-11. <https://doi.org/10.3389/frobt.2021.729832>
- Ayanwale, M. A., Sanusi, I. T., Adelana, O. P., Aruleba, K. D. y Oyelere, S. S. (2022). Teachers' readiness and intention to teach artificial intelligence in schools. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3(August), 100099. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100099>
- Baashar, Y., Hamed, Y., Alkaws, G., Fernando Capretz, L., Alhussian, H., Alwadain, A. y Al-amri, R. (2022). Evaluation of postgraduate academic performance using artificial intelligence models. *Alexandria Engineering Journal*, 61(12), 9867-9878. <https://doi.org/10.1016/j.aej.2022.03.021>
- Bakker, T., Krabbendam, L., Bhulai, S., Meeter, M. y Begeer, S. (2023). Predicting academic success of autistic students in higher education. *Autism*. <https://doi.org/10.1177/13623613221146439>
- Ban, H. y Ning, J. (2021). Online English Teaching Based on Artificial Intelligence Internet Technology Embedded System. *Mobile Information Systems*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/2593656>
- Bellas, F., Guerreiro-Santalla, S., Naya, M. y Duro, R. J. (2022). AI Curriculum for European High Schools: An Embedded Intelligence Approach. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 0123456789. <https://doi.org/10.1007/s40593-022-00315-0>
- Bhavana, S. y Vijayalakshmi, V. (2022). AI-Based Metaverse Technologies Advancement Impact on Higher Education Learners. *WSEAS Transactions on Systems*, 21, 178-184. <https://doi.org/10.37394/23202.2022.21.19>
- Blease, C., Kharko, A., Annoni, M., Gaab, J. y Locher, C. (2021). Machine Learning in Clinical Psychology and Psychotherapy Education: A Mixed Methods Pilot Survey of Postgraduate Students at a Swiss University. *Frontiers in Public Health*, 9(April). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2021.623088>
- Bogina, V., Hartman, A., Kuflik, T. y Shulner-Tal, A. (2022). Educating Software and AI Stakeholders About Algorithmic Fairness, Accountability, Transparency and Ethics. *International Journal of Artificial Intelligence in Education*, 32(3), 808-833. <https://doi.org/10.1007/s40593-021-00248-0>
- Bosch, N. (2021). Identifying supportive student factors for mindset interventions: A two-model machine learning approach. *Computers and Education*, 167(March), 104190. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104190>
- Bruno, G. di D. (2021). Erwhi Hedgehog: A New Learning Platform for Mobile Robotics. En *Lecture Notes in Networks and Systems* (Vol. 240). Springer

- International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2\\_32](https://doi.org/10.1007/978-3-030-77040-2_32)
- Burgess, S., Metcalfe, R. y Sadoff, S. (2021). Understanding the response to financial and non-financial incentives in education: Field experimental evidence using high-stakes assessments. *Economics of Education Review*, 85(July), 102195. <https://doi.org/10.1016/j.econedurev.2021.102195>
- Byun, A. y Kim, H. (2022). The Effect of Design Classes Using Artificial Intelligence in the Era of COVID-19 on Social Responsibility of High School Students. *Archives of Design Research*, 35(4), 251-266. <https://doi.org/10.15187/adr.2022.11.35.4.251>
- Ceha, J., Law, E., Kulić, D., Oudeyer, P. Y. y Roy, D. (2022). Identifying Functions and Behaviours of Social Robots for In-Class Learning Activities: Teachers' Perspective. *International Journal of Social Robotics*, 14(3), 747-761. <https://doi.org/10.1007/s12369-021-00820-7>
- Chen, B., Chen, H. y Li, M. (2021). Improvement and Optimization of Feature Selection Algorithm in Swarm Intelligence Algorithm Based on Complexity. *Complexity*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/9985185>
- Cheng, J., Chae, M. H. C. y Feng, R. (2021). Stem education-career pathway for emerging forensic analytics: Innovative professional development in multimodal environments. *Journal of Higher Education Theory and Practice*, 21(8), 115-130. <https://doi.org/10.33423/jhetp.v21i8.4509>
- Chrysaifiadi, K., Virvou, M., Tsihrintzis, G. A. y Hatzilygeroudis, I. (2022). Evaluating the user's experience, adaptivity and learning outcomes of a fuzzy-based intelligent tutoring system for computer programming for academic students in Greece. En *Education and Information Technologies* (Issue 0123456789).
- Springer US. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-11444-3>
- Costa Mendes, R., Oliveira, T., Castelli, M. y Cruz Jesus, F. (2021). A machine learning approximation of the 2015 Portuguese high school student grades: A hybrid approach. *Education and Information Technologies*, 26(2), 1527-1547. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10316-y>
- Dai, Y., Liu, A., Qin, J., Guo, Y., Jong, M. S. Y., Chai, C. S. y Lin, Z. (2022). Collaborative construction of artificial intelligence curriculum in primary schools. *Journal of Engineering Education*, October 2022, 23-42. <https://doi.org/10.1002/jee.20503>
- Demchenko, M. V., Gulieva, M. E., Larina, T. V. y Simaeva, E. P. (2021). Digital Transformation of Legal Education: Problems, Risks and Prospects. *European Journal of Contemporary Education*, 10(2), 297-307. <https://doi.org/10.13187/ejced.2021.2.297>
- Demir, K. y Güraksin, G. E. (2022). Determining middle school students' perceptions of the concept of artificial intelligence: A metaphor analysis. *Participatory Educational Research*, 9(2), 297-312. <https://doi.org/10.17275/per.22.41.9.2>
- Dietz, G., Chen, J. K., Beason, J., Tarrow, M., Hilliard, A. y Shapiro, R. B. (2022). ARtonomous: Introducing Middle School Students to Reinforcement Learning Through Virtual Robotics. *Proceedings of Interaction Design and Children, IDC 2022*, 430-441. <https://doi.org/10.1145/3501712.3529736>
- Dogadina, E. P., Smirnov, M. V., Osipov, A. V. y Suvorov, S. V. (2021). Formation of the optimal load of high school students using a genetic algorithm and a neural network. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(11). <https://doi.org/10.3390/app11115263>
- Duncan, D., Garner, R., Bennett, A., Sinclair, M., Ramirez-De La Cruz, G. y Pasik-Duncan, B. (2022). Interdisciplinary

- K-12 Control Education in Biomedical and Public Health Applications. *IFAC-PapersOnLine*, 55(17), 242-248. <https://doi.org/10.1016/j.ifacol.2022.09.286>
- Duzhin, F. y Gustafsson, A. (2018). Machine learning-based app for self-evaluation of teacher-specific instructional style and tools. *Education Sciences*, 8(1), 1-15. <https://doi.org/10.3390/educsci8010007>
- Eegdeman, I., Cornelisz, I., van Klaveren, C. y Meeter, M. (2022). Computer or teacher: Who predicts dropout best? *Frontiers in Education*, 7(November), 1-10. <https://doi.org/10.3389/educ.2022.976922>
- Eguchi, A., Okada, H. y Muto, Y. (2021). Contextualizing AI Education for K-12 Students to Enhance Their Learning of AI Literacy Through Culturally Responsive Approaches. *KI - Kunstliche Intelligenz*, 35(2), 153-161. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00737-3>
- Fernández-Martínez, C., Hernán-Losada, I. y Fernández, A. (2021). Early Introduction of AI in Spanish Middle Schools. A Motivational Study. *KI - Kunstliche Intelligenz*, 35(2), 163-170. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00735-5>
- Forero, W. y Negre, F. (2022). Revisión sistemática de la aplicación del machine learning en la educación. En *Educación Transformadora en un mundo digital: conectando paisajes de aprendizaje* (pp. 416-419). EDUTEC 2022. <https://edutec2022.uib.es/libro-de-actas/>
- Gerlache, H. A. M., Ger, P. M. y Valentín, L. de la F. (2022). Towards the Grade's Prediction. A Study of Different Machine Learning Approaches to Predict Grades from Student Interaction Data. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence*, 7(4), 196-204. <https://doi.org/10.9781/ijimai.2021.11.007>
- Giam, N. M., Nam, N. T. H. y Giang, N. T. H. (2022). Situation and Proposals for Implementing Artificial Intelligence-based Instructional Technology in Vietnamese Secondary Schools. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(18), 53-75. <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i18.31503>
- Horanai, H., Maejima, Y. y Ding, L. (2022). An Education Tool at Supports Junior Learners in Studying Machine Learning. *Frontiers in Artificial Intelligence and Applications*, 360, 111-116. <https://doi.org/10.3233/FAIA220432>
- Houngue, P., Hountondji, M. y Dagba, T. (2022). An Effective Decision-Making Support for Student Academic Path Selection using Machine Learning. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 13(11), 727-734. <https://doi.org/10.14569/IJACSA.2022.0131184>
- Liu, Y., Chen, L. y Yao, Z. (2022). The application of artificial intelligence assistant to deep learning in teachers' teaching and students' learning processes. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.929175>
- Luan, H. y Tsai, C. C. (2021). A Review of Using Machine Learning Approaches for Precision Education. *Educational Technology and Society*, 24(1), 250-266.
- Luo, F., Jiang, L., Tian, X., Xiao, M., Ma, Y. y Zhang, S. (2021). Shyness prediction and language style model construction of elementary school students. *Acta Psychologica Sinica*, 53(2), 155-169. <https://doi.org/10.3724/SP.J.1041.2021.00155>
- Marín, V. I. (2022). The systematic review in Educational Technology research: observations and advice. *RiITE Revista Interuniversitaria de Investigación En Tecnología Educativa*, 13, 62-79. <https://doi.org/10.6018/riite.533231>
- Mittal, S., Mahendra, S., Sanap, V. y Churi, P. (2022). International Journal of Information Management Data Insights How can machine learning be used in stress management: A systematic literature review of applications in

- workplaces and education. *International Journal of Information Management Data Insights*, 2(2), 100110. <https://doi.org/10.1016/j.ijime.2022.100110>
- Nafea, I. T. (2018). Machine Learning in Educational Technology. *Machine Learning - Advanced Techniques and Emerging Applications*. <https://doi.org/10.5772/intechopen.72906>
- Oskotsky, T., Bajaj, R., Burchard, J., Cavazos, T., Chen, I., Connell, W., Eaneff, S., Grant, T., Kanungo, I., Lindquist, K., Myers-Turnbull, D., Naing, Z. Z. C., Tang, A., Vora, B., Wang, J., Karim, I., Swadling, C., Yang, J., Lindstaedt, B. y Sirota, M. (2022). Nurturing diversity and inclusion in AI in Biomedicine through a virtual summer program for high school students. *PLoS Computational Biology*, 18(1), 1-12. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1009719>
- Pimentel, J. S., Ospina, R. y Ara, A. (2021). Learning Time Acceleration in Support Vector Regression: A Case Study in Educational Data Mining. *Stats*, 4(3), 682-700. <https://doi.org/10.3390/stats4030041>
- Salas-Pilco, S. Z. y Yang, Y. (2022). Artificial intelligence applications in Latin American higher education: a systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00326-w>
- Salas Rueda, R. A., De la cruz Martínez, G., Eslava Cervantes, A. L., Castañeda Martínez, R. y Ramírez Ortega, J. (2022). Teachers' opinion about collaborative virtual walls and massive open online course during the COVID-19 pandemic. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 12(1), 1-13. <https://doi.org/10.30935/ojcm/11305>
- Santos García, F., Valdivieso, K. D., Rienow, A. y Gairín, J. (2021). Urban-Rural Gradients Predict Educational Gaps: Evidence from a Machine Learning Approach Involving Academic Performance and Impervious Surfaces in Ecuador. *ISPRS International Journal of Geo-Information*, 10(12). <https://doi.org/10.3390/ijgi10120830>
- Sanusi, I. T., Oyelere, S. S. y Omidiora, J. O. (2022). Exploring teachers' preconceptions of teaching machine learning in high school: A preliminary insight from Africa. *Computers and Education Open*, 3 (November 2021), 100072. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100072>
- Sasmita, F. y Mulyanti, B. (2020). Development of machine learning implementation in engineering education: A literature review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 830(3). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/830/3/032061>
- Segura, M., Mello, J. y Herná, A. (2022). Machine Learning Prediction of University Student Dropout: Does Preference Play a Key Role? 1-20. <https://doi.org/10.3390/math10183359>
- Su, J., Zhong, Y., Tsz, D. y Ng, K. (2022). Computers and Education: Artificial Intelligence A meta-review of literature on educational approaches for teaching AI at the K-12 levels in the Asia-Pacific region. *Computers and Education: Artificial Intelligence*, 3(March), 100065. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100065>
- Suzuki, H., Hong, M., Ober, T. y Cheng, Y. (2022). Prediction of differential performance between advanced placement exam scores and class grades using machine learning. *Frontiers in Education*, 7(December). <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.100779>
- Taha, S. A., Shihab, R. A. y Sadik, M. C. (2018). Studying of Educational Data Mining Techniques. *International Journal of Advanced Research in Science, Engineering and Technology*, 5(5), 5742-5750. <http://www.ijarset>.

- [com/upload/2018/may/9-IJARSET-SAJATAHA.pdf](#)
- Tarik, A., Aissa, H. y Yousef, F. (2021). Artificial intelligence and machine learning to predict student performance during the COVID-19. *Procedia Computer Science*, 184, 835-840. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.03.104>
- Temitayo, I., Sunday, S. y Olamide, J. (2022). Exploring teachers' preconceptions of teaching machine learning in high school: A preliminary insight from Africa. *Computers and Education Open*, 3(November 2021), 100072. <https://doi.org/10.1016/j.caeo.2021.100072>
- Van Brummelen, J., Tabunshchyk, V. y Heng, T. (2021). "Alexa, Can I Program You?": Student Perceptions of Conversational Artificial Intelligence before and after Programming Alexa. *Proceedings of Interaction Design and Children, IDC 2021*, 305-313. <https://doi.org/10.1145/3459990.3460730>
- Yamamoto, S. H. y Alverson, C. Y. (2022). From high school to postsecondary education, training, and employment: Predicting outcomes for young adults with autism spectrum disorder. *Autism and Developmental Language Impairments*, 7. <https://doi.org/10.1177/23969415221095019>
- Yepes-Nuñez, J. J., Urrútia, G., Romero-García, M. y Alonso-Fernández, S. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recsp.2021.06.016>
- Yu, Y., Fan, J., Xian, Y. y Wang, Z. (2022). Graph Neural Network for Senior High Student's Grade Prediction. *Applied Sciences (Switzerland)*, 12(8). <https://doi.org/10.3390/app12083881>
- Zafari, M., Sadeghi-Niaraki, A., Choi, S. M. y Esmaily, A. (2021). A practical model for the evaluation of high school student performance based on machine learning. *Applied Sciences (Switzerland)*, 11(23). <https://doi.org/10.3390/app112311534>
- Zawacki-Richter, O., Kerres, M., Bedenlier, S. y Buntins, K. (2020). Systematic Reviews in Educational Research. En *Systematic Reviews in Educational Research*. <https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7>
- Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M. y Gouverneur, F. (2019). Systematic review of research on artificial intelligence applications in higher education – where are the educators? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 16(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-019-0171-0>
- Zhai, X., Chu, X., Chai, C. S., Jong, M. S. Y., Istenic, A., Spector, M., Liu, J. B., Yuan, J. y Li, Y. (2021). A Review of Artificial Intelligence (AI) in Education from 2010 to 2020. *Complexity*, 2021. <https://doi.org/10.1155/2021/8812542>
- Zhu, J. y Liu, W. (2020). A tale of two databases: the use of Web of Science and Scopus in academic papers. *Scientometrics*, 123(1), 321-335. <https://doi.org/10.1007/s11192-020-03387-8>

ANEXO

**Tabla 5**  
*Características de los estudios revisados*

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
1	(Araya y Sossa-Rivera, 2021)	4 docentes y estudiantes de primer grado	Heurística básica	Es posible estimar la dirección del maestro y la orientación de la cabeza y el cuerpo de los alumnos con ML.
2	(Dai et al., 2022)	23 profesores de ciencias de la computación de escuelas primaria	Triangulación entre observación etnográfica, entrevistas y artefactos con maestros	Influencias para la incorporación curricular de la facultad de IA en una universidad asociada
3	(Almeida Pereira Abar et al., 2021)	11 docentes	Cualitativa e investigación-acción	El pensamiento computacional en la educación básica ayuda a los niños en la resolución de todo tipo de problemas.
4	(Ceha et al., 2022)	5 maestros de primaria y secundaria	Diseño participativo, método cualitativo, Modelo del sistema de actividad de Engeström	Los docentes respondieron positivamente a la idea de introducir un robot social como herramienta tecnológica para las actividades de aprendizaje.
5	(Luo et al., 2021)	1,306 estudiantes de primaria de una plataforma de enseñanza online	Aplicación de algoritmos de ML	Los estudiantes con comportamiento tímido, problemas cognitivos y emocionales tienen características únicas en el estilo del lenguaje.

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
6	(Costa Mendes et al., 2021)	362,261 calificaciones de estudiantes de Preescolar, primaria y secundaria	Mixta (Cuantitativa y Cualitativa)	Los índices socioeconómicos tienen un poder predictivo inherentemente limitado.
7	(Aljabri et al., 2021)	3,200 tweets en árabe	Análisis de los tweets de las personas sobre el aprendizaje a distancia en Arabia Saudita.	Este resultado puede ser utilizado por el Ministerio de Educación para mejorar aún más el sistema educativo de aprendizaje a distancia.
8	(Van Brummelen et al., 2021)	47 estudiantes	Talleres sobre percepción estudiantil	Los estudiantes sintieron que Alexa era muy inteligente y se sintieron más cerca de ella.
9	(Zafari et al., 2021)	246 estudiantes de secundaria en preguntas abiertas de física.	Coefficiente de correlación para la selección de características y Aplicación de algoritmos de ML	Los modelos ML son influyentes para evaluar a los estudiantes y mejorar el factor educativo.

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
10	(Bellas et al., 2022)	30 alumnos de 6 colegios	Aprendizaje proactivo (Aprender haciendo)	Currículo totalmente práctico basada en el concepto de agente inteligente.
11	(Horanai et al., 2022)	Una herramienta educativa con IA	Desarrollo de software con ML	Los alumnos comprenden mejor los fundamentos de la IA y ML aumentando su interés en el desarrollo futuro de aplicaciones de IA.
12	(Houngue et al., 2022)	325 calificaciones grado 6 hasta grado 9.	Aplicación de algoritmos de ML	Se comparó el rendimiento de cinco algoritmos de ML para predecir la capacidad científica o literaria de los estudiantes.
13	(Tarik et al., 2021)	72,010 estudiantes 2,000 y 2015	Aplicación de algoritmos de ML	El mejor modelo para predecir el promedio de bachillerato usando un algoritmo de regresión RF.
14	(Dietz et al., 2022)	15 estudiantes con dificultades de aprendizaje o bajos recursos de 11-14 años	Investigación Mixta (cualitativa y cuantitativa)	Las herramientas de robótica educativa, el entrenamiento y la programación de robots simulados es atractivo y educativo para los participantes.
15	(Ali, DiPaola, Lee, Sindato et al., 2021)	38 estudiantes secundaria de 10 a 15 años, 18 mujeres y 20 hombres	Taller virtual de 5 días para enseñar sobre el aprendizaje automático generativo.	Los estudiantes demostraron comprender que los <i>Deep-fakes</i> pueden contribuir a la difusión de información errónea.

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
16	(Egdeman et al., 2022)	9 docentes y 95 estudiantes	Cuestionario a docentes y uso de algoritmos de ML	El ML podría ayudar a avanzar en el uso de evidencia para tomar decisiones y predicciones en el sector educativo.
17	(Eguchi et al., 2021)	Docentes y planes de estudio	Experiencias de aprendizaje de los estudiantes de K-12	70 % de los docentes se sentían inseguros acerca de la implementación de la IA en sus aulas.
18	(Demir y Gürakşın, 2022)	339 estudiantes séptimo y octavo grado de 4 escuelas secundarias	Método cualitativo analizando metáforas	La mayoría de los participantes asociaron la IA con los humanos, la tecnología y el cerebro.
19	(Fernández-Martínez et al., 2021)	84 estudiantes	Aplicación de unidad didáctica con IA	Es necesario repensar la planificación para la introducción de la IA en el currículo.
20	(Ali, DiPaola, Lee, Hong y Breazeal, 2021)	72 estudiantes (grados 5-9)	Cuatro talleres en línea.	Descubrimos que los talleres permitieron a los niños comprender qué son los modelos generativos.
21	(Temitayo et al., 2022)	12 docentes de ciencias de la computación de secundaria	Entrevista semiestructurada	La necesidad de capacitar a los profesores para que utilicen introducir el ML en sus clases.
22	(Dogadina et al., 2021)	Contenidos de cursos y 250 tareas	Conjunto de Pareto y Aplicación de algoritmos de ML	Minimiza los esfuerzos de los estudiantes al tiempo que logra maximizar la eficacia del proceso educativo.

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
23	(Yamamoto y Alver-son, 2022)	393 en 2017 y 387 en 2018 estudiantes con TEA	Dos métodos de análisis predictivo (PA): Regresión logística multinivel y ML	El modelo ML con mayor desempeño MLR en la predicción del PSO.
24	(Yu et al., 2022)	Calificaciones de 100 estudiantes	Aplicación de algoritmos de ML	El método propuesto funciona bien en la predicción de las calificaciones de los estudiantes de secundaria.
25	(Bosch, 2021)	16,310 estudiantes de 76 escuelas de 9 grado	Aplicación de 2 modelos de ML	La intervención fue más efectiva para estudiantes con bajo rendimiento académico.
26	(Chen et al., 2021)	68 estudiantes	Seis clases en la escuela N° 1 de la ciudad	Los estudiantes y los profesores están muy satisfechos con la enseñanza basada en el algoritmo.
27	(Duncan et al., 2022)	3000 participantes	Conferencias y Talleres (Webinars)	Los estudiantes desde el principio de su educación deben tener conocimiento y las habilidades en temas relacionados con ML e IA.
28	(Pimentel et al., 2021)	5,095,270 estudiantes	Análisis de conjunto masivo de datos	Utilizando siete variables de entrada, es posible predecir con precisión la nota media de un alumno.
29	(An et al., 2022)	470 maestros de inglés	Encuesta	Proporcionar a los educadores políticas para fomentar la enseñanza de la IA.

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
30	(Oskotsky et al., 2022)	18 en 2019, 29 en 2020, 27 en 2021 estudiantes admitidos al programa UCSF AI4ALL	Evaluación de las transcripciones de los estudiantes, cartas de recomendación y las respuestas de ensayos breves.	Más estudiantes estaban familiarizados con trabajar con datos y evaluar y aplicar algoritmos de ML.
31	(Ahajjam et al., 2022)	72,010 alumnos matriculados entre 2,000 y 2,015	Predicción de calificaciones utilizando ML y técnicas de minería de datos.	Los mejores resultados para una buena orientación académica y profesional fueron con el algoritmo de redes neuronales que proporcionó buenos puntajes y predicciones.
32	(Suzuki et al., 2022)	381 estudiantes de 6 escuelas de secundaria	Aplicación de algoritmos de ML	La detección e intervención tempranas permiten la mejora del rendimiento académico de los estudiantes.
33	(Giam et al., 2022)	119 maestros provenientes de escuelas intermedias pertenecientes a algunas ciudades de Vietnam	Encuesta tipo Likert, Análisis cuantitativo	Los maestros de secundaria tienen conciencia de la necesidad de implementación de la IA en la educación de secundaria.
34	(Cheng et al., 2021)	30 maestros	Modelo integrado para carreras convergentes, Método Mixto	Programa STEM <i>CareerBuilder</i> tuvo un impacto positivo en docentes y estudiantes.
35	(Ayanwale et al., 2022)	368 maestros de primaria y secundaria	Cuantitativa de modelado de ecuaciones estructurales	La confianza y relevancia en la enseñanza de la IA predice la intención y preparación de enseñar IA en las instituciones.

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
36	(Angara et al., 2022)	Estudiantes de grado 9 - 12 en Victoria y Broomfield	Actividades desconectadas diseñadas para enseñar conceptos básicos de computación cuántica.	La computación cuántica, a través de sus diversas vías, también es accesible para personas después de la escuela secundaria.
37	(Liu et al., 2022)	80 estudiantes	Análisis comparativo de las pruebas previas y posteriores, investigación-acción.	La tecnología de IA puede actuar como acompañante del aprendizaje, indicando los problemas que enfrentan los docentes durante el proceso de enseñanza.
38	(Byun y Kim, 2022)	96 estudiantes de secundaria	Diseño de asignatura de arte en base a las tendencias, las políticas y los casos de educación en IA debido al COVID-19	Las actividades educativas que utilizan IA tuvieron un impacto positivo en la participación e interés de los estudiantes en clase.
39	(Burgess et al., 2021)	10,649 estudiantes de 63 escuelas	Selección aleatoria de grupos para incentivos financieros e incentivos no financieros (viajes).	Incentivos en escuelas predice que podría ayudar a cerrar brechas.
40	(Santos García et al., 2021)	248,252 registros de estudiantes	Aplicación de algoritmos de ML	El rendimiento académico alto se relacionó principalmente con las respuestas relacionadas con el entorno académico y las habilidades cognitivas.
41	(Ahmed et al., 2023)	29 niños de secundaria (12 niños y 17 niñas) de 13 a 17 años	Estudio observacional transversal para evaluar la actividad física en varios momentos del día.	Necesidad de diseñar programas y estrategias efectivos para mejorar la actividad física en los estudiantes

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
42	(Bhavana y Vijayalakshmi, 2022)	597 estudiantes de secundaria y educación superior	Modelo ARCS ( <i>attention, relevance, confidence, and satisfaction</i> ) para analizar la Educación de Realidad Aumentada	El uso y la aplicación de realidad para teléfonos inteligentes ayudaría a los estudiantes para aprender y estar más motivados.
43	(Bruno, 2021)	Robot Erwhi Hedgehog	Visión por computadora y ML	Acelerar y simplificar el desarrollo de la robótica. para investigadores, educadores, estudiantes y profesionales.
44	(Demchenko et al., 2021)	129,666 estudiantes y 17,923 docentes de educación superior	La prueba de chi-cuadrado se utilizó para probar hipótesis estadísticas.	Se recomienda introducir en los currículos herramientas para mejorar las competencias digitales a los estudiantes de derecho
45	(Bogina et al., 2022)	20 docentes de escuelas primaria y secundarias	Descripción y evaluación de algunas actividades educativas	Necesidades educativas de los profesionales que producen sistemas algorítmicos, deben abarcar los aspectos FATE
46	(Chrysafiadi et al., 2022)	140 estudiantes de Pregrado	Investigación cuasiexperimental	El tutor inteligente mejora significativamente el desempeño de los alumnos y alcanzar las metas de aprendizaje.
47	(Baashar et al., 2022)	635 estudiantes de maestría	Algoritmos de regresión usando MATLAB, rendimiento de modelo y toma de decisiones predictivas	Variables como la investigación, estado civil y condiciones de vida, habría mejorado la precisión de modelos ML.

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
48	(Blease et al., 2021)	120 estudiantes de psicología clínica del programa de máster.	Mixta (Cuantitativa y Cualitativa)	La educación formal está limitada sobre cómo las herramientas de IA/ML podrían afectar a la psicoterapia.
49	(Almoqbil et al., 2021)	251.000 cuentas de los estudiantes, profesores, personal, exalumnos y jubilados, todos mayores de 18 años.	Información de los correos electrónicos de phishing al administrador de la red.	El phishing aumentó en el verano y la temporada de vacaciones, el personal y los estudiantes eran el público objetivo principal.
50	(Ban y Ning, 2021)	Estudiantes de primaria	3 meses de enseñanza en 6 clases.	Los datos únicos del sistema educativo incluyen no solo los datos de conversación generados por la interacción profesor-alumno, sino también los datos de gestión educativa.
51	(Bakker et al., 2023)	101 estudiantes con TEA de la <i>Vrije Universiteit Amsterdam</i>	Aplicación de algoritmos de ML	Las instituciones pueden reducir el riesgo de abandono escolar y aumentar la finalización de estudios para estudiantes autistas.
52	(Alvarado Uribe et al., 2022)	121,584 estudiantes de secundaria y pregrado	Ciclo de vida de los datos	Un modelo apropiado beneficiaría a los estudiantes con estrategias oportunas y personalizadas para apoyar su permanencia en la carrera.
53	(Salas Rueda et al., 2022)	54 docentes de la Universidad Nacional de México	Investigación cuantitativa	Los CVWs y MOOCs influyen positivamente en el aprendizaje y la participación de los estudiantes.

Nº	Estudio	Muestra	Metodología	Resultados
54	(Gerlache et al., 2022)	4,522 registros con datos de los estudiantes de Máster	Aplicación de algoritmos de ML	La IA es capaz de predecir situaciones educativas con una precisión superior al 96%.
55	(Alshaikh et al., 2021)	960 registros de estudiantes de ciencias, medicina, informática e ingeniería	Se utilizó la técnica de filtrado colaborativo para construir el sistema de recomendación	Se predijo la especialización a estudiar para cada estudiante con buena precisión.

*Nota:* TEA: Trastorno del Espectro Autista, RF: *Random Forest*, FATE: *fairness, accountability, transparency and ethics*, MLR: *multilevel logistic regression*, PSO: *post-high school outcomes*, CVWs: *Collaborative Virtual Walls (CVWs)*, MOOCs: *Massive Open Online Courses*.

*Fuente:* elaboración propia.

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 12 de septiembre de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 10 de octubre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 27 de octubre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024



# Implementación y formación del profesorado de educación primaria en pensamiento computacional: una revisión sistemática

## Implementation and training of primary education teachers in computational thinking: a systematic review



 Gema Ortuño Meseguer - *Universidad de Murcia (España)*

 José Luis Serrano - *Universidad de Murcia (España)*

### RESUMEN

El pensamiento computacional engloba procesos mentales que propician soluciones automatizadas a problemas específicos. Su integración en la educación primaria se sustenta en la mejora de habilidades resolutorias y adaptación al entorno digital. No obstante, la formación del profesorado y las estrategias eficaces para su implementación en aulas son aún ambiguas. Estas inquietudes se abordan en esta revisión sistemática, destacando la influencia de la práctica escolar en la configuración de planes de estudio de educación. Esta investigación examina la implementación del pensamiento computacional y la formación del profesorado en la etapa de educación primaria. Inicialmente, se identificaron 428 estudios en Scopus y Web Of Science, reduciéndose a 24 estudios empíricos publicados entre 2006 y 2023 tras aplicar los criterios de elegibilidad y la evaluación de calidad. Los resultados indican que muchos docentes intentan incorporar el pensamiento computacional sin suficiente formación. La programación de robots prevalece como estrategia principal y es la más demandada en la formación, mientras que el empleo de actividades desconectadas es limitado. No obstante, antes de promover el pensamiento computacional en primaria, se requiere mayor investigación, especialmente en los primeros cursos. Se insta a las Facultades de Educación a liderar el diseño y evaluación de programas de formación del profesorado, ofreciéndose pautas al respecto. La integración exitosa del pensamiento computacional en educación primaria demanda enfoques pedagógicos más sólidos respaldados por una formación docente adecuada.

**Palabras clave:** pensamiento computacional; educación primaria; formación de profesores; formación inicial del profesorado; formación permanente del profesorado.

### ABSTRACT

Computational thinking encompasses mental processes that facilitate automated solutions to specific problems. Its integration into primary education is grounded in enhancing problem-solving skills and adapting to the digital environment. However, exactly what constitutes effective teacher training and classroom implementation strategies remains ambiguous. These concerns are addressed in this systematic review, highlighting the influence of school practices on shaping educational curricula. This research examines the implementation of computational thinking and teacher training at the primary education level. Initially, 428 studies were identified in Scopus and Web of Science, and these were then narrowed down to 24 empirical studies published between 2006 and 2023 after applying eligibility criteria and quality assessment. The findings indicate that many educators strive to incorporate computational thinking without adequate training. Robot programming prevails as the primary strategy, and there is high demand for training on the subject, but the use of “unplugged” activities is limited. Nevertheless, before computational thinking in primary education is advocated for, further research is warranted, particularly in the early grades. Educational institutions are encouraged to take the lead in designing and evaluating teacher training programs according to a set of guidelines provided. The successful integration of computational thinking into primary education necessitates more robust pedagogical approaches supported by appropriate teacher training.

**Keywords:** computational thinking; primary education; teacher training; initial teacher training; in-service teacher training.

## INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional (PC) está cada vez más presente en diversos sistemas educativos. Los desarrollos tecnológicos más intuitivos y los supuestos beneficios de su desarrollo lo convierten en una competencia esencial (González et al., 2018). Wing (2006) lo definió como un proceso de pensamiento basado en conceptos informáticos que permite solucionar problemas y diseñar sistemas. Tras esta publicación, las investigaciones sobre este ámbito experimentaron un aumento creciente. Sin embargo, los estudios que abordan la formación docente y los criterios pedagógicos para la enseñanza y el aprendizaje del PC siguen siendo escasos. La mayoría se centran en medir el PC (Haseski e Ilic, 2019) y reflejan la ausencia de consenso en su definición y componentes (Bocconi et al., 2016; Hsu et al., 2019; Moreno-León et al., 2019; Román-González et al., 2017; Segredo et al., 2017; Shute et al., 2017).

Conscientes de la necesidad de acuerdo en estos aspectos, Angeli et al. (2016, p. 49) intentaron unificar las definiciones existentes. Los autores definen el PC como “un proceso de pensamiento que utiliza los elementos de abstracción, generalización, descomposición, pensamiento algorítmico y depuración (detección y corrección de errores)”. También existe falta de consenso en otras cuestiones como su alcance o naturaleza (González et al., 2018; Rich y Langton, 2016). Esto sigue evidenciando la necesidad de delimitar más el término (Bocconi et al., 2016) para que su inclusión educativa sea real y efectiva.

En la mayoría de los países, la integración del PC se lleva a cabo fundamentalmente en la etapa de educación secundaria (Haseski e Ilic, 2019). Sin embargo, resulta necesario incluirlo desde los niveles educativos elementales al igual que se hace con otras destrezas básicas como el cálculo o la lectura (Zapata-Ros, 2015). El PC puede permitir el desarrollo de habilidades como la creatividad, la resolución de problemas o colaborativas (Arranz y Pérez, 2017). Incluirlo en la etapa de primaria también ayudaría a paliar las diferencias de género en el desarrollo del PC (Ketelhut et al., 2019; Shute et al., 2017). Pero para que esta inclusión sea realmente efectiva, es primordial establecer una serie de criterios metodológicos y pedagógicos. Queda patente la necesidad de realizar más estudios en esta dirección pues continúan siendo escasos (Haseski e Ilic, 2019).

Otro aspecto que también requiere más estudio es la evaluación del PC (Bocconi et al., 2016; Cutumisu et al., 2019; Lockwood y Mooney, 2017; Román-González et al., 2017). Las herramientas y métodos existentes solo cubren ciertos aspectos, centrándose más en conceptos computacionales que en prácticas o perspectivas. La existencia de múltiples definiciones del PC genera una gran variedad de métodos de evaluación que no cuentan con una validación suficiente (Cutumisu et al., 2019; Shute et al., 2017).

En el contexto de inclusión del PC en las escuelas, el profesorado tiene un papel fundamental (Yadav et al., 2017). Su cualificación docente es considerada un factor

principal para la calidad educativa y un motor esencial para afrontar eficazmente cambios educativos. La introducción del PC en las políticas educativas está creando una fuerte demanda de formación docente ya que la mayoría no recibe conocimientos sobre PC en su formación inicial (Bocconi et al., 2016; Bustillo, 2015; Ling et al., 2018; Yadav et al., 2017). Ante la escasez de docentes cualificados para enseñar este pensamiento y usar de forma efectiva herramientas que fomenten su desarrollo (Ling et al., 2018), se hace necesaria la realización de más estudios centrados en este colectivo (Haseski e Ilic, 2019) para diseñar planes de formación basados en pruebas científicas.

Varios investigadores han abordado algunas de estas problemáticas en revisiones sistemáticas –o de la literatura– realizadas especialmente desde el año 2014. Encontramos trabajos como el de Kalelioğlu et al. (2016) o el de Cometa et al. (2021) que proporcionan una visión general de la situación del PC. Shute et al. (2017) analizan distintos aspectos relacionados con este pensamiento (características y componentes, intervenciones para desarrollarlo, evaluación y los marcos y modelos teóricos existentes). Otros, se centran en algunas de estas dimensiones de forma más específica. Pollak y Ebner (2019) investigan la integración del PC y Palts y Pedaste (2020) analizan las dimensiones de las habilidades de este pensamiento y cómo se pueden combinar en un nuevo modelo para desarrollarlo. Cutumisu et al. (2019), Alves et al. (2019) y Tang et al. (2020) analizan, desde diferentes perspectivas, la evaluación del PC. Ioannou y Makridou (2018), Uslu et al. (2022) y Xia y Zhong (2018) se centran en la robótica, mientras que Lye y Koh (2014), Popat y Starkey (2018) y Zhang y Nouri (2019) analizan distintos aspectos relacionados con la codificación. Otros estudios, como el de García-Tudela y Marín-Marín (2023) son más concretos y analizan los usos y logros del uso de Arduino. Barcelos et al. (2018) y Chan et al. (2023) abordan el desarrollo de aprendizajes matemáticos a través de actividades de PC. Menon et al. (2019) investigan el empleo de juegos de mesa de escape para desarrollar y evaluar el PC.

Aunque los autores de las citadas revisiones sistemáticas abordan algunas de las problemáticas existentes en torno al PC, sigue sin estar claro si existen métodos, estrategias específicas y herramientas para incluirlo con éxito desde la etapa de educación primaria. La búsqueda de estas respuestas, objeto de esta nueva revisión sistemática, contribuye a identificar posteriormente cuáles son las claves para definir cómo debe ser la formación inicial docente en las universidades. Consideramos que la práctica en las escuelas influye y aporta información valiosa para el diseño de los planes de estudio de las facultades de Educación.

En este contexto, se presenta esta revisión sistemática para buscar respuestas a las siguientes preguntas de investigación:

¿Cuáles son las principales estrategias de aprendizaje, principios de inclusión y herramientas utilizadas en la implementación del PC en la etapa de educación primaria (entre 6 y 12 años)?

¿Cuáles son las principales características en el diseño de las experiencias de formación inicial y permanente del profesorado de educación primaria en PC?

## MÉTODO

En este estudio se recaban evidencias sobre la situación actual acerca de la formación docente y la implementación del PC en educación primaria. El objetivo general que se persigue es extraer conclusiones sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje del PC en educación primaria que puedan ser consideradas en la formación docente universitaria.

Para el diseño de la investigación se sigue el proceso establecido por Kitchenham y Charters (2007) para la realización de revisiones sistemáticas y las recomendaciones ofrecidas por Sánchez-Meca (2022). También se tienen en cuenta la guía y la lista de verificación de la Declaración PRISMA 2020 (Page et al., 2021). En el Anexo I mostramos las sugerencias de dicha lista que se han cumplido, las que no y las que no procede verificar al no tratarse de un meta-análisis.

## Criterios de selección

Para seleccionar los estudios se han considerado los criterios expuestos en la Tabla 1.

En 2006 Wing publicó su artículo Computational Thinking que, unido a las políticas educativas internacionales y al impulso de la industria tecnológica, supuso un aumento de la popularidad del término y del interés por su estudio e inclusión en las aulas. Este hito justifica que los estudios seleccionables estén publicados entre 2006 y el 14 de marzo de 2023, día en que se realizó la búsqueda.

**Tabla 1**  
*Criterios de inclusión*

<b>Criterios de inclusión</b>	<b>Descripción</b>
Tipo de estudio	Estudios empíricos
Lugar de publicación	Revistas de cualquier área de conocimiento con revisión por pares
Idioma	Castellano o inglés
Fecha de publicación	Entre 2006 y el 14 de marzo de 2023
Contenido	Relacionados con el objetivo y preguntas de investigación

*Fuente:* elaboración propia.

## Estrategias búsqueda

Para la búsqueda de los artículos se utilizaron las bases de datos de Scopus y Web of Science (WOS) siguiendo el protocolo –no registrado– expuesto en la Tabla 2.

**Tabla 2**  
*Protocolo de búsqueda*

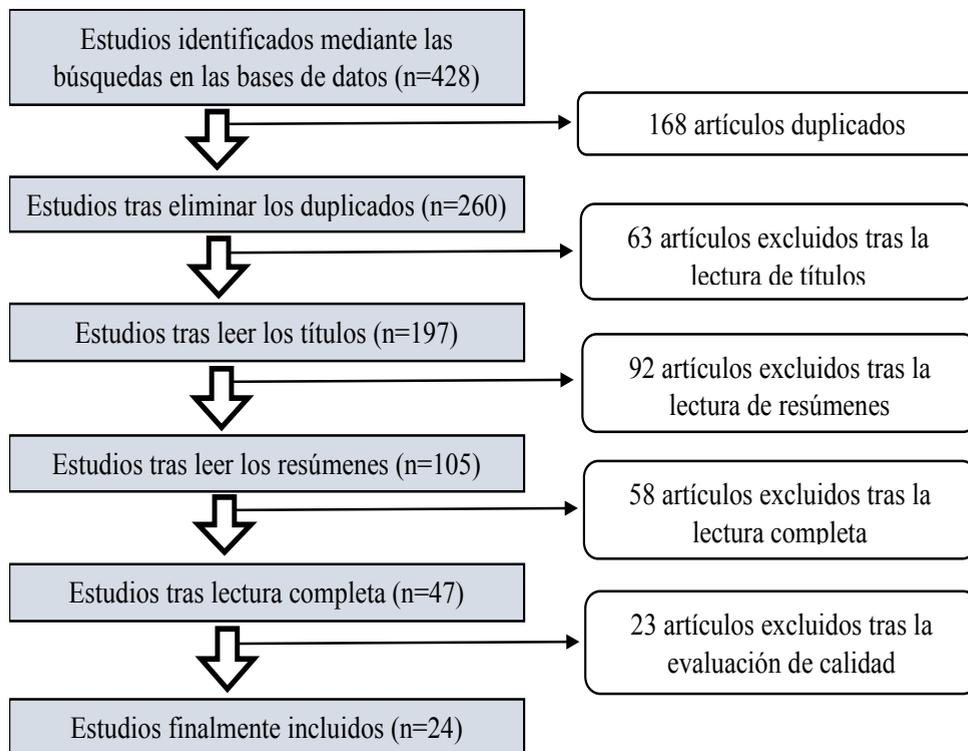
Base de datos	Protocolo de búsqueda
Scopus	<p>Cadena de búsqueda (título del artículo): “Computational thinking” AND “Elementary” OR “Primary” OR “K-12” OR “Teacher training” OR “education*”</p> <p>Limitado a año de publicación: desde 2006 hasta el 14 de marzo de 2023</p> <p>Limitado a idioma: español e inglés.</p> <p>Limitado a tipo de documento: artículos.</p> <p>Limitado a tipo de recurso: revista.</p> <p>Búsqueda realizada el 14 de marzo de 2023.</p>
Web Of Science: Science Citation Index Expanded (SCI-EXPANDED), Social Sciences Citation Index (SSCI), Arts y Humanities Citation Index (AyHCI), Emerging Sources Citation Index (ESCI)	<p>Cadena de búsqueda: (TI=(“computational thinking”)) AND TI=(“elementary” OR “K-12” OR “primary” OR “teacher training” OR “education*”).</p> <p>Limitado a año de publicación: desde 2006 hasta el 14 de marzo de 2023</p> <p>Limitado a idioma: español e inglés.</p> <p>Limitado a tipo de documento: artículos.</p> <p>Búsqueda realizada el 14 de marzo de 2023.</p>

*Fuente:* elaboración propia.

## Procedimiento para la selección de estudios

Tras realizar una primera búsqueda en Scopus y en la WOS, se obtienen 231 y 197 artículos, respectivamente. Se eliminan 168 artículos duplicados. Posteriormente, se leen los títulos y se eliminan 63 artículos al no estar relacionados claramente con los objetivos de la investigación. Seguidamente, se procede a la lectura de los resúmenes y se eliminan 92 artículos. Tras una lectura profunda, se reduce la selección a 47 estudios. Finalmente, se evalúa la calidad de estos (procedimiento detallado en el siguiente apartado) y se seleccionan 24 artículos como se muestra en la Figura 1. Todo este proceso fue realizado por los dos autores firmantes de este artículo.

**Figura 1**  
 Procedimiento para la selección de artículos



## Evaluación de la calidad de los estudios

Para evaluar la calidad de los artículos se ha utilizado la lista de control Critical Appraisal Skill Programme (CASP)<sup>1</sup>. Esta herramienta, desarrollada por el Oxford Centre for Triple Value Healthcare, permite evaluar críticamente la confiabilidad y relevancia de los resultados obtenidos en los distintos estudios independientemente del área de conocimiento de procedencia. Proporciona diez preguntas que van acompañadas de una serie de indicaciones para responderlas correctamente. Con la aplicación de la lista de control CASP, se pretende eliminar el riesgo de sesgo para garantizar la credibilidad y generalización de los resultados obtenidos.

Para poder evaluar los distintos tipos de estudios se realizó una adaptación de la lista CASP incluyendo finalmente nueve preguntas. La calidad de los estudios fue valorada de forma independiente por dos investigadores tal y como se muestra en

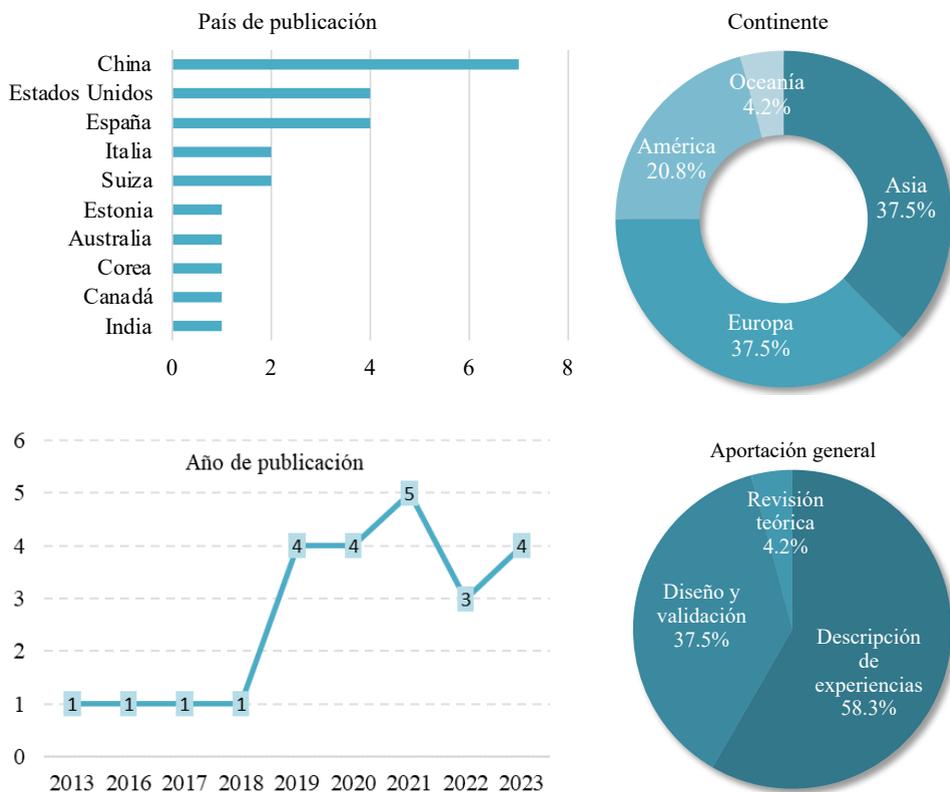
el Anexo II. Los trabajos fueron etiquetados como de calidad alta ( $\geq 70\%$ ), calidad moderada (69-40 %) y baja calidad ( $< 40\%$ ). Solamente se incluyeron los artículos con calidad alta y moderada ( $n=24$ ). Los artículos excluidos se muestran en el Anexo III.

## RESULTADOS

Siguiendo el procedimiento desarrollado en el apartado anterior, se seleccionó un total de 24 artículos. Analizando las características generales de los mismos, la mayoría de los artículos se publican a partir del año 2019, especialmente en el año 2021. China es el país en el que se localizan la mayor parte de los estudios, seguido de Estados Unidos y España. En los continentes de Asia y Europa se concentran la mayor parte de los artículos seleccionados. Analizando las aportaciones generales de las investigaciones, un 58.3 % se basa en la descripción de experiencias de PC con estudiantes o docentes y futuros docentes de primaria y en un 37.5 % de los casos se diseñan y validan modelos, programas, recursos o instrumentos de evaluación de PC. En cuanto al diseño de la investigación, la mayoría de los estudios emplean métodos cuantitativos y mixtos. Predominan las experiencias con un grupo experimental y control y el empleo de pre-test y post-test.

**Figura 2**

*Distribución de los estudios por países, continentes, año de publicación y aportaciones generales*



En relación con las preguntas de investigación y los objetivos de la revisión, la mayoría de los artículos están relacionados con la implementación y evaluación de experiencias de PC con estudiantes de primaria. Tan solo 6 de los 24 artículos abordan la formación de docentes en servicio o futuros docentes. Los resultados más relevantes se desarrollan a continuación:

### Implementación del pensamiento computacional en educación primaria

La mayoría de los estudios se centran en estudiantes de tercer a sexto curso de primaria (Basu et al., 2021; Chevalier et al., 2020; Chiazese et al., 2019; El-Hamamsy et al., 2022; Freina et al., 2019; Hooshyar et al., 2021; Huang et al., 2023; Jiang y Li, 2021; Liu et al., 2023; Noh y Lee, 2019; Sáez y Cózar, 2017; Sengupta et

al., 2013; Shen et al., 2020; Tran, 2019; Wei et al., 2021). Tan solo cuatro estudios (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Del Olmo et al., 2020; El-Hamamsy et al., 2022; Yadav y Chakraborty, 2023) abordan los niveles iniciales.

En referencia a las herramientas usadas, la mayoría de los estudios emplean la robótica (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Chevalier et al., 2020; Chiazzese et al., 2019; Liu et al., 2023; Noh y Lee, 2019; Shen et al., 2020) y/o la programación informática (Basu et al., 2021; Freina et al., 2019; Jiang y Li, 2021; Sáez y Cózar, 2017; Sengupta et al., 2013; Tran, 2019; Wei et al., 2021). La mayoría lo hace a través de entornos de programación visuales, como Scratch (Basu et al., 2021; Chevalier et al., 2020; Freina et al., 2019; Jiang y Li, 2021; Sáez y Cózar, 2017; Sengupta et al., 2013; Wei et al., 2021), App Inventor (Basu et al., 2021) o Blockly (Tran, 2019).

Tan solo dos trabajos (Basu et al., 2021; Del Olmo et al., 2020) abordan el PC sin usar dispositivos tecnológicos. Otros estudios hacen uso de juegos de ordenador (Hooshyar et al., 2021) o de mesa enriquecidos con realidad aumentada (Huang et al., 2023). Finalmente, también se usan Apps como: Lightbot, Code Hour, Q Space App, Preschool and kindergarten app y Luca's educative patterns game app (Yadav y Chakraborty, 2023).

Respecto a las estrategias de aprendizaje seguidas para desarrollar el PC en primaria destaca el aprendizaje práctico (Chiazzese et al., 2019; Freina et al., 2019; Hooshyar et al., 2021; Jiang y Li, 2021; Liu et al., 2023; Sáez y Cózar, 2017; Shen et al., 2020; Yadav y Chakraborty, 2023), el trabajo colaborativo (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Chevalier et al., 2020; Chiazzese et al., 2019; Freina et al., 2019; Jaipal-Jamani y Angeli, 2016; Jiang y Li, 2021; Liu et al., 2023; Noh y Lee, 2019; Tran, 2019; Wei et al., 2021), el andamiaje (Chevalier et al., 2020; Freina et al., 2019; Jaipal-Jamani y Angeli, 2016; Sengupta et al., 2013; Yadav y Chakraborty, 2023), y la resolución de problemas, retos o desafíos (Basu et al., 2021; Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; Chevalier et al., 2020; Chiazzese et al., 2019; Freina et al., 2019; Jiang y Li, 2021; Liu et al., 2023; Shen et al., 2020; Yadav y Chakraborty, 2023).

Otros estudios muestran algunos principios a considerar para que la inclusión del PC sea realmente efectiva: tener en cuenta las habilidades previas de los estudiantes (Chiazzese et al., 2019; Huang et al., 2023; Liu et al., 2023; Noh y Lee, 2019; Sengupta et al., 2013); emplear entornos, herramientas y actividades variadas para responder a la diversidad del alumnado (Sengupta et al., 2013; Tran, 2019); o desarrollar el PC desde los niveles más bajos (Caballero-González y García-Valcárcel, 2020; El-Hamamsy et al., 2022; Del Olmo et al., 2020; Tran, 2019; Yadav y Chakraborty, 2023). Ante la casi inexistencia de principios metodológicos y pedagógicos para enseñar PC en primaria, otros autores han diseñado sus propios modelos y enfoques (Chevalier et al., 2020; Liu et al., 2023; Sengupta et al., 2013).

Varios trabajos presentan ejemplos de inclusión del PC en áreas curriculares, especialmente en áreas STEM como Informática, Ciencias y Matemáticas (Chiazzese

et al., 2019; Sengupta et al., 2013; Tran, 2019; Yadav y Chakraborty, 2023), pero también otras como Educación Artística (Sáez y Cózar, 2017). El resto de los estudios, crean programas específicos sin integrarlo en áreas curriculares concretas.

El instrumento de evaluación más utilizado consiste en la selección y adaptación de pruebas Bebras (Chiazzese et al., 2019; Del Olmo et al., 2020; Huang et al., 2023; Noh y Lee, 2019; Yadav y Chakraborty, 2023). Algunos autores (Hooshyar et al., 2021; Jiang y Li, 2021; Liu et al., 2023) utilizan o adaptan instrumentos validados como el test de PC (TPC) de Román-González et al. (2015), la escala de PC (CTS) de Korkmaz et al. (2017) o Dr. Scratch de Moreno-León et al. (2015). Otros autores crean sus propios instrumentos de evaluación desarrollados concretamente para la experiencia realizada (Basu et al., 2021; El-Hamamsy et al., 2022; Shen et al., 2020; Tran, 2019). Autores como El-Hamamsy et al. (2022) resaltan la importancia de combinar varias pruebas de PC para poder evaluar adecuadamente las competencias computacionales de los estudiantes.

## Formación del profesorado en pensamiento computacional

Para que la inclusión del PC en las aulas de primaria sea efectiva es necesario que los docentes posean una serie de conocimientos y destrezas pedagógicas. En contraposición, la realidad es que la mayoría de ellos no tienen formación previa en PC o tienen ideas erróneas sobre el mismo (Chalmers, 2018; Freina et al., 2019; Jaipal-Jamani y Angeli, 2016). No obstante, encontramos estudios que evidencian que los docentes experimentan un incremento de sus habilidades computacionales y de su confianza para incluirlo en las aulas, tras participar en experiencias formativas (Chalmers, 2018; Jaipal-Jamani y Angeli, 2016; Kong y Lai, 2022; Molina-Ayuso et al., 2022; Rich et al., 2021).

La mayoría de las experiencias de formación docente analizadas están dirigidas a docentes en servicio (Chalmers, 2018; Kong et al., 2023; Kong y Lai, 2022; Rich et al., 2021). Tan solo dos estudios (Jaipal-Jamani y Angeli, 2016; Molina-Ayuso et al., 2022) están dirigidos a futuros docentes de primaria. La duración de estas experiencias formativas es bastante variable, encontrando experiencias de menos de tres meses (Chalmers, 2018; Jaipal-Jamani y Angeli, 2016) y otras de más de ocho meses de duración (Kong et al., 2023; Kong y Lai, 2022; Rich et al., 2021).

Respecto al contenido de estas experiencias formativas, algunos trabajos abordan la programación informática (Kong et al., 2023; Kong y Lai, 2022; Molina-Ayuso et al., 2022; Rich et al., 2021) o la robótica (Chalmers, 2018; Jaipal-Jamani y Angeli, 2016). Tan solo el estudio de Kong y Lai (2022) contempla el uso de actividades desconectadas. Entre los trabajos que abordan la programación informática, destaca fundamentalmente el empleo de Scratch o Scratch Jr (Kong et al., 2023; Kong y Lai, 2022; Molina-Ayuso et al., 2022; Rich et al., 2021), aunque también se emplean otros recursos como App Inventor (Kong et al., 2023; Kong y Lai, 2022). La robótica se aborda con kits Lego Wedo (Chalmers, 2018; Jaipal-Jamani y Angeli, 2016).

Analizando la estructura de los cursos, la mayoría opta por realizar una primera fase de instrucción y una fase de práctica o implementación de los conocimientos (Jaipal-Jamani y Angeli, 2016; Kong et al., 2023; Kong y Lai, 2022; Molina-Ayuso et al., 2022; Rich et al., 2021). Las estrategias más empleadas son el trabajo colaborativo (Jaipal-Jamani y Angeli, 2016; Kong et al., 2023), el modelado (Kong y Lai, 2022; Rich et al., 2021) y el andamiaje (Jaipal-Jamani y Angeli, 2016; Kong et al., 2023).

Finalmente, la evaluación de las experiencias formativas es muy diversa y se realiza con diversas pruebas, creadas específicamente para la experiencia o adaptadas de otras ya existentes. Todos los estudios evalúan, tanto la adquisición de conocimientos de los docentes como sus reflexiones sobre la experiencia. Estudios como el de Chalmers (2018) y Kong y Lai (2022) son relevantes ya que proporcionan información sobre los desafíos a los que estos se enfrentan.

En las Tablas 3 y 4 mostramos una síntesis de los resultados anteriores.

**Tabla 3**  
*Síntesis de los resultados. Implementación del pensamiento computacional en educación primaria*

<b>Autores</b>	<b>Año</b>	<b>País</b>	<b>Curso</b>	<b>Área</b>	<b>Estrategias didácticas</b>	<b>Recursos</b>	<b>Instrumentos recogida de datos</b>
Sengupta et al.	2013	Estados Unidos	6º	Ciencias	Constructivismo Andamiaje Modelado	NetLogo	Pruebas específicas de PC
Sáez y Cózar	2017	España	6º	Educación artística	Aprendizaje basado en juego	Scratch Pico board Raspberry Pi	Cuestionario de PC específico Entrevista
Chiazese et al.	2019	Italia	3º y 4º	Informática	Instrucción y aprendizaje práctico (proyectos) Aprendizaje colaborativo	Lego Wedo 2.0	Pruebas Bebras adaptadas Cuestionario de opinión
Freina et al.	2019	Italia	5º	Integrado en el currículo escolar	Instrucción y aprendizaje práctico (proyectos) Aprendizaje colaborativo Andamiaje	Scratch	Entrevista Observaciones Diarios de los estudiantes Cuestionario de opinión Test Scratch Sociograma
Noh y Lee	2019	Corea	5º y 6º	Curso específico	Diseño instruccional específico Modelo de resolución creativa de problemas Aprendizaje colaborativo	Entry Hamster robot	Pruebas Bebras adaptadas Test de pensamiento creativo

Autores	Año	País	Curso	Área	Estrategias didácticas	Recursos	Instrumentos recogida de datos
Tran	2019	Estados Unidos	3º	Programa específico integrado en el currículo escolar	Constructivismo Aprendizaje colaborativo	<a href="http://Code.org">Code.org</a> Cs unplugged	Test de PC específico Entrevista
Caballero-González y García-Valcárcel	2020	España	1º	Integrado en el currículo escolar	Aprendizaje colaborativo Aprendizaje práctico (retos)	Beebot	Rúbrica adaptada
Chevalier et al.	2020	Suiza	4º	No especificada	Modelo de resolución creativa de problemas Aprendizaje colaborativo	Robot Thymio	Observaciones
Del Olmo et al.	2020	España	2º	No especificada	Enfoque mixto (PC desenchufado y PC enchufado)	Tareas desenchufadas <a href="http://Code.org">Code.org</a>	Pruebas Bebras adaptadas Test de motivación adaptado
Shen et al.	2020	Estados Unidos	5º	Currículo específico	Instrucción y aprendizaje práctico (proyectos)	Robot humanoide NAO	Test de PC específico
Basu et al.	2021	China	4º, 5º y 6º	Resolución de problemas	Resolución de problemas	Scratch App inventor	Test de PC específico Entrevista
Hooshyar et al.	2021	Estonia	5º	No especificada	Aprendizaje práctico	Autothinking	Test de PC adaptado Cuestionario de actitud adaptado

Autores	Año	País	Curso	Área	Estrategias didácticas	Recursos	Instrumentos recogida de datos
Jiang y Li	2021	China	5º	Curso específico obligatorio	Instrucción y aprendizaje práctico (proyectos) Aprendizaje colaborativo	Scratch	Test de PC
Wei et al.	2021	China	4º	Curso específico	Aprendizaje colaborativo	Scratch	Encuesta Entrevista Dr. Scratch
El-Hammamsy et al.	2022	Suiza	3º y 4º	No especificada	No procede (validación de un instrumento de evaluación)	PC desconectado	Test de PC específico
Huang et al.	2023	China	3º	No especificada	Aprendizaje basado en juego	Juego de mesa basado en bloques Scratch Realidad Aumentada	Test de PC específico
Liu et al.	2023	China	5º	No especificada	Pedagogía de ingeniería inversa Instrucción y aprendizaje práctico (proyectos) Aprendizaje colaborativo	UKit Explore Robótica	Test de PC adaptado

Autores	Año	País	Curso	Área	Estrategias didácticas	Recursos	Instrumentos recogida de datos
Yadav y Chakraborty	2023	India	2º	Integrado en el currículo escolar	Instrucción y aprendizaje práctico Andamiaje	Apps: The Lightbot; Code Hour; Kid's Educational Games: Preschool and Kindergarten; Lucas' Educative Patterns Game; Q space	Pruebas Bebras adaptadas

Autores	Año	País	Tipo de formación	Experiencia	Duración	Estrategias didácticas	Recursos	Instrumentos recogida de datos
Jaipal-Jamani y Angeli	2016	Canadá	Inicial	Curso de métodos científicos	12 semanas	Instrucción y aprendizaje práctico (tarefas) Aprendizaje colaborativo Andamiaje	Lego Wedo	Cuestionario de interés adaptado Cuestionario de autoeficacia adaptado Cuestionario de PC Tareas

**Tabla 4**  
*Síntesis de los resultados. Formación del profesorado en pensamiento computacional*

Autores	Año	País	Tipo de formación	Experiencia	Duración	Estrategias didácticas	Recursos	Instrumentos recogida datos
Chalmers	2018	Australia	Permanente	Experiencia de integración del PC en las aulas	6 semanas	Aprendizaje práctico	Lego WeDo 2.0	Cuestionario de opinión Entrevistas semiestructuradas Diario de reflexión
Rich et al.	2021	Estados unidos	Permanente	Programa específico para formar a docentes en PC	1 año	Aprendizaje práctico (retos) Modelado Compartir experiencias y proyectos Debates	Scratch Scratch Jr	Encuesta de PC Encuestas de opinión
Kong y Lai	2022	China	Permanente	Currículum específico	48 horas de formación	Instrucción y aprendizaje práctico	Scratch App inventor	Encuesta de opinión
Molina-Ayuso et al.	2022	España	Inicial	Didáctica de las operaciones numéricas y de la medida	5 días	Instrucción y aprendizaje práctico (retos)	Scratch	Pruebas de Behav adaptadas Test de PC adaptado Encuesta de opinión
Kong et al.	2023	China	Permanente	Programa de desarrollo docente escalable	1 curso escolar	Trabajo colaborativo Aprendizaje práctico Mentorización	Scratch App Inventor	Prueba específica de PC Transcripciones de las reuniones Encuesta de opinión

## DISCUSIÓN

En este apartado presentamos la interpretación general de los resultados en el contexto de otros estudios a la vez que tratamos sus implicaciones para la práctica educativa e investigaciones futuras. Además, mostramos en la parte final de esta sección las limitaciones más sustanciales que identificamos de esta revisión sistemática.

En primer lugar, contrastamos nuestros resultados con los obtenidos en otras investigaciones en relación con la implementación del PC en la etapa de Educación Primaria (primera pregunta de investigación).

A pesar de que los sistemas educativos de muchos países han modificado sus planes de estudio para responder a la necesidad de lograr una inclusión eficiente del PC en las aulas de primaria, hemos podido constatar que existen muy pocos estudios que se centren en los dos primeros cursos de esta etapa educativa, algo que perjudica la conveniencia de comenzar de manera temprana el desarrollo del PC. Esta circunstancia también dificulta la recomendación de realizar un paso gradual de actividades desconectadas a otras basadas en el uso de la tecnología (Brackmann et al., 2017; Serrano y Ortuño, 2021).

La programación visual por bloques y la robótica son las estrategias –o herramientas– más utilizadas en los estudios revisados, coincidiendo con las conclusiones obtenidas en dos meta-análisis (Merino-Armero et al., 2021 y Sun et al., 2021) en los que se indicó que la programación de robots es la estrategia más eficiente para el desarrollo del PC en educación primaria.

La estrategia de realizar actividades desconectadas no ha sido especialmente utilizada en los estudios seleccionados. Cuestión que contrasta con las ventajas, especialmente en la etapa de educación primaria (Serrano y Ortuño, 2021), que esta estrategia tiene según varios estudios previos (Huang y Looi, 2020; Weigend et al., 2019). En un meta-análisis (Li et al., 2022), los autores también concluyeron que tanto las actividades desconectadas como los ejercicios de programación son útiles para el desarrollo del PC entre los estudiantes. Según este estudio, los efectos de programar son algo mejores que los proporcionados por las actividades desconectadas y se ven aumentados cuando se trabaja de manera interdisciplinar y no solo dentro de asignaturas concretas, aspecto que se aleja de los resultados de nuestra investigación.

En relación con las estrategias didácticas empleadas, concluimos la idoneidad de emplear: estrategias de instrucción y aprendizaje práctico, andamiaje, trabajo colaborativo y la resolución de problemas o retos, coincidiendo en gran medida con lo señalado en trabajos anteriores (Park y Park, 2018; Kale et al., 2018; Voogt et al., 2015). Sin embargo, el aprendizaje basado en juegos era señalada en algunos estudios previos (Kalelioğlu et al., 2016) como una de las estrategias más utilizadas en las experiencias de desarrollo del PC, conclusión que no coincide con los resultados obtenidos en nuestra revisión.

Algunos autores analizan la manera de evaluar el desarrollo del PC, manifestando la existencia de un gran vacío en cuanto a herramientas y estrategias de evaluación válidas (Alves et al., 2019). Aunque existen instrumentos de evaluación del desarrollo del PC en educación primaria (Bebras, Test TPC, Escala CTS, Cuestionarios de opinión, Dr. Scratch...), consideramos que no terminan de ser de utilidad para verificar el desarrollo real y completo del PC al centrarse más en habilidades de programación que en el análisis del desarrollo de los componentes del PC. Ante la ausencia de enfoques efectivos para evaluar el PC en primaria, proponemos la combinación de múltiples evaluaciones para valorar todas las dimensiones del PC. Este asunto requiere más investigación, tal y como ya se ha señalado en estudios previos (Cutumisu et al., 2019; Lockwood y Mooney, 2017; Román-González et al., 2017).

En segundo lugar, discutimos sobre las características de la formación del profesorado en PC de la etapa de educación primaria (segunda pregunta de investigación).

Según los resultados obtenidos constatamos la escasez de estudios que evalúan con rigor experiencias formativas, especialmente en la formación inicial del profesorado, coincidiendo con resultados de otras investigaciones (Bocconi et al., 2016; Bustillo, 2015; Ling et al., 2018; Yadav et al., 2017). Muy probablemente esto se deba a que todavía no proliferan planes de formación del profesorado para el desarrollo del PC, siendo una meta pendiente tal y como señalaron Haseski e Illic (2019). Son las Facultades de Educación quienes deben liderar la formación del profesorado, ya que son los espacios más indicados para que los docentes reflexionen sobre sus creencias previas sobre el PC, conozcan los conceptos claves y muy especialmente, adopten los enfoques pedagógicos más adecuados (González et al., 2018; Yadav et al., 2017).

Introducir los conceptos del PC en la formación inicial de los docentes es una estrategia clave para lograr dicha meta, puesto que es en ese momento en el que tendrían mayor predisposición para comprender la relevancia del PC dentro de su propia disciplina (Butler y Leahy, 2021; Yadav et al., 2014). En cualquier caso, más allá de acciones formativas puntuales, se requiere la implementación y la evaluación –en diferentes contextos– de propuestas formativas que, afortunadamente, comienzan a surgir y que pueden consultarse en distintos trabajos (Esteve-Mon et al., 2019; Kotsopoulos et al., 2017; Serrano y Ortuño, 2021; Tsai et al., 2021; Voon et al., 2023).

Además de la necesidad de diseñar modelos formativos que operativicen el desarrollo del PC con estrategias específicas, es importante señalar que existen modelos pedagógicos genéricos que pueden ser la base para diseñar modelos específicos. Algunos autores (Kale et al., 2018; Yadav et al., 2017) consideran que el modelo de TPACK (Technology, Pedagogy and Content Knowledge), promovido por Mishra y Koehler (2006), es útil para la enseñanza del PC en la formación inicial del profesorado. Este modelo incluye la idea de que los docentes en formación aprendan sobre la integración efectiva de la tecnología dentro del contexto de la materia y la pedagogía; de manera similar, los docentes necesitan desarrollar el conocimiento

del PC dentro del contexto de su conocimiento del contenido y del conocimiento pedagógico.

En el estudio de Kong et al. (2020) se presenta un programa de desarrollo docente (de Primaria) para desarrollar las competencias en PC en relación con la programación y con el modelo TPACK. Los investigadores detectaron la preocupación que tienen los docentes en relación con la programación debido a la falta de apoyo de formaciones eficientes y con alto contenido pedagógico. Los autores proponen una pedagogía para jugar, pensar y codificar para el desarrollo de las habilidades computacionales con programación en las escuelas de primaria.

A pesar del énfasis del PC como herramientas mentales que se extienden más allá de los entornos basados en la computación, la mayoría de los esfuerzos actuales de desarrollo profesional docente se han enfocado en exponer a los docentes a entornos de programación, coincidiendo con los resultados obtenidos en nuestra revisión. En su lugar, se debe involucrar a los docentes a pensar cómo el PC podría integrarse en situaciones de aprendizaje auténticas en otras áreas de contenido. El programa de formación desarrollado por Yadav et al. (2018) resalta esta idea.

La formación en conocimiento pedagógico de los docentes en Primaria es, en general, sólida. Sin embargo, esto debe complementarse con las prácticas pedagógicas y contenidos específicos del PC, como, por ejemplo: modelar un problema, pensar o resolver un problema de forma iterativa e incremental o explicar una solución a un problema en una serie de pasos (Carlborg et al., 2019).

Además, hemos encontrado que los docentes en servicio realizan formaciones que varían en duración y muy centrada en aspectos técnicos como la programación informática y la robótica, quedando en un segundo plano el uso de actividades desenchufadas y cuestiones relacionadas con las estrategias didácticas, precisamente aspectos que son de alto impacto para aprender a promover el PC entre sus futuros estudiantes, tal y como hemos ido mencionando en líneas anteriores.

En resumen, concluimos que –muy probablemente– muchos docentes están tratando de integrar el PC en sus aulas sin contar con las competencias necesarias, especialmente aquellas que deber desarrollarse durante la formación inicial del profesorado. Dicha formación debe basarse en los principios de la tecnología educativa, involucrar a los docentes en la tarea de cómo integrar el PC en situaciones de aprendizaje de manera interdisciplinar, complementarse con prácticas pedagógicas y contenidos del PC, ir más allá de la enseñanza de la programación e incorporar las actividades desconectadas como paso previo a la programación de robots. La efectividad de estos programas formativos requiere que previamente se mejoren los enfoques de evaluación del desarrollo del PC.

Y, en tercer lugar, hacemos referencia a las principales limitaciones de la investigación. El resto de las limitaciones que consideramos menores pueden consultarse en la lista de comprobación PRISMA 2020 (Anexo I).

Esta revisión sistemática analiza los estudios recogidos por Scopus y WOS. Con este criterio, hemos descartado deliberadamente otro tipo de publicaciones que

igualmente podrían ser valiosas. Esta decisión se debe a que en anteriores revisiones sistemáticas sí se tuvieron en cuenta estudios publicados en revistas indexadas en bases de datos como ERIH Plus. Incluso sería de valor contemplar la “literatura gris” no publicada sobre el tema para contrarrestar el problema del sesgo de publicación. Sin embargo, esta limitación consideramos que no resta validez a las conclusiones obtenidas. Seleccionar estudios publicados en revistas de alto impacto es un filtro útil, necesario y aceptado por la comunidad científica.

Aunque en la primera tarea (lectura de títulos de los artículos) de selección de los artículos se descartaron aquellos estudios que claramente no estaban relacionados con la investigación, consideramos que con el fin de evitar sesgos y errores sería más conveniente analizar también los resúmenes. Otro aspecto para mejorar en esta parte es que la selección de los estudios debería realizarse por más de un revisor y de manera independiente. Parte de esta recomendación sí se siguió durante la evaluación de la calidad de los trabajos con la lista de comprobación de CASP en la que participaron los dos investigadores firmantes de este artículo. En relación con este instrumento, consideramos que su uso es cuestionable por dos motivos: por no distinguir según el tipo de diseño de investigación de cada estudio y por su escasa aplicación en estudios del área de las Ciencias Sociales. Se recomienda explorar y seleccionar otras listas o escalas de comprobación disponibles en el sitio web Equator Network<sup>2</sup>.

## NOTAS

1. Web de CASP: <https://casp-uk.net/>
2. Sitio web Equator Network: <https://www.equator-network.org/>

## Financiación

Este estudio se realizó sin apoyo financiero específico.

## Conflicto de intereses

Los autores declaran que no existen relaciones o actividades que hayan podido influir en la realización de esta revisión sistemática.

## REFERENCIAS

- Alves, N. D. C., Von Wangenheim, C. G. y Hauck, J. C. (2019). Approaches to Assess Computational Thinking Competences Based on Code Analysis in K-12 Education: A Systematic Mapping Study. *Informatics in Education*, 18(1), 17-39. <https://doi.org/10.15388/infedu.2019.02>
- Angeli, C., Voogt, J., Fluck, A., Webb, M., Cox, M., Malyn-Smith, J. y Zagami, J. (2016). A K-6 Computational Thinking

- Curriculum Framework: Implications for Teacher Knowledge. *Educational Technology and Society (EtandS)*, 19(3), 47-57. [https://www.j-ets.net/collection/published-issues/19\\_3](https://www.j-ets.net/collection/published-issues/19_3)
- Arranz, H. y Pérez, A. (2017). Evaluación del Pensamiento Computacional en Educación. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE)*, (3), 25-39. <https://doi.org/10.6018/riite/2017/267411>
- Barcelos, T. S., Munoz, R., Villarroel, R., Merino, E. y Silveira, I. F. (2018). Mathematics Learning through Computational Thinking Activities: A Systematic Literature Review. *Journal of Universal Computer Science*, 24(7), 815-845. <https://doi.org/10.3217/jucs-024-07-0815>
- Basu, S., Rutstein, D. W., Xu, Y., Wang, H. y Shear, L. (2021). A principled approach to designing computational thinking concepts and practices assessments for upper elementary grades. *Computer Science Education*, 31(2), 169-198. <https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1866939>
- Bocconi, S., Chiocciariello, A., Dettori, G., Ferrari, A., Engelhardt, K., Kampylis, P. y Punie, Y. (2016). Exploring the field of computational thinking as a 21st century skill. *EDULEARN 16*, Barcelona, España. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2016.2136>
- Brackmann, C. P., Román-González, M., Robles, G., Moreno-León, J., Casali, A. y Barone, D. (2017). Development of Computational Thinking Skills through Unplugged Activities in Primary School [Acta]. *12th Workshop on Primary and Secondary Computing Education (WiPSCE)*, Nijmegen, Países Bajos. <https://doi.org/10.1145/3137065.3137069>
- Bustillo, J. (2015). Formación del profesorado con Scratch: análisis de la escasa incidencia en el aula. *Opción*, 31(1), 164-182. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=31043005010>
- Butler, D. y Leahy, M. (2021). Developing preservice teachers' understanding of computational thinking: A constructionist approach. *British Journal of Educational Technology*, 52(3), 1060-1077. <https://doi.org/10.1111/bjet.13090>
- Caballero-González, Y. y García-Valcárcel, A. (2020). ¿Aprender con robótica en Educación Primaria? Un medio de estimular el pensamiento computacional. *Education in the Knowledge Society*, 21, 10. <https://doi.org/10.14201/eks.21443>
- Carlborg, N., Tyrén, M., Heath, C. y Eriksson, E. (2019). The scope of autonomy when teaching computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 21, 130-139. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2019.06.005>
- Chalmers, C. (2018). Robotics and computational thinking in primary school. *International Journal of Child-Computer Interaction*, 17, 93-100. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2018.06.005>
- Chan, S.-W., Looi, C.-K., Ho, W. K. y Kim, M. S. (2023). Tools and Approaches for Integrating Computational Thinking and Mathematics: A Scoping Review of Current Empirical Studies. *Journal of Educational Computing Research*, 60(8), 2036-2080. <https://doi.org/10.1177/07356331221098793>
- Chevalier, M., Giang, C., Piatti, A. y Mondada, F. (2020). Fostering computational thinking through educational robotics: a model for creative computational problem solving. *International Journal of STEM Education*, 7, 39. <https://doi.org/10.1186/s40594-020-00238-z>
- Chiazzese, G., Arrigo, M., Chifari, A., Lonati, V. y Tosto, C. (2019). Educational Robotics in Primary School: Measuring the Development of computational Thinking Skills with the Bebras Tasks. *Informatics*,

- 6(4), 6040043. <https://doi.org/10.3390/informatics6040043>
- Cometa, V., Parque, S. y Wiebe, E. (2021). The code-centric nature of computational thinking education: a review of trends and issues in computational thinking education research. *Sage*, 11(2). <https://doi.org/10.1177/21582440211016418>
- Cutumisu, M., Adams, C. y Lu, C. (2019). A Scoping Review of Empirical Research on Recent Computational Thinking Assessments. *Journal of Science Education and Technology*, 28(1), 651-676. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09799-3>
- Del Olmo, J. del, Cózar-Gutiérrez, R. y González-Calero, J. A. (2020). Computational thinking through unplugged activities in early years of Primary Education. *Computers & Education*, 150(1), 103832. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103832>
- El-Hamamsy, L., Zapata-Cáceres, M., Martín-Barroso, E., Mondada, F., Dehler-Zufferey, J. y Bruno, B. (2022). The Competent Computational Thinking Test: Development and Validation of an Unplugged Computational Thinking Test for Upper Primary School. *Sage*, 60(7), 1818-1866. <https://doi.org/10.1177/07356331221081753>
- Esteve-Mon, F., Adell-Segura, J., Llopis, M. A., Valdeoliva, G. y Pacheco, J. (2019). The Development of Computational Thinking in Student Teachers through an Intervention with Educational Robotics. *Journal of Information Technology Education: Innovations in Practice*, 18, 139-152. <https://doi.org/10.28945/4442>
- Freina, L., Bottino, R. y Ferlino, L. (2019). Fostering Computational Thinking skills in the Last Years of Primary School. *International Journal of Serious Games*, 6(3), 101-115. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v6i3.304>
- García-Tudela, P. A. y Marín-Marín, J. A. (2023). Use of Arduino in Primary Education: a systematic review. *Education Sciences*, 13(2), 134. <https://doi.org/10.3390/educsci13020134>
- González, J., Estebanell, M. y Peracaula, M. (2018). ¿Robots o programación? El concepto de Pensamiento Computacional y los futuros maestros. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 29-45. <https://doi.org/10.14201/eks20181922945>
- Haseski, H. I. e Ilic, U. (2019). An Investigation of the Data Collection Instruments Development to Measure Computational Thinking. *Informatics in Education*, 18(2), 297-319. <https://doi.org/10.15388/infedu.2019.14>
- Hooshyar, D., Malva, L., Yang, Y., Pedaste, M., Wang, M. y Lim, H. (2021). An adaptive educational computer game: Effects on students' knowledge and learning attitude in computational thinking. *Computers in Human Behavior*, 114, 106575. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2020.106575>
- Hsu, Y.-C., Irie, N. R. y Ching, Y.-H. (2019). Computational Thinking Educational Policy Initiatives (CTEPI) Across the Globe. *TechTrends*, 63(2), 260-270. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00384-4>
- Huang, S.-Y., Tarng, W. y Ou, K.-L. (2023). Effectiveness of AR Board Game on Computational Thinking and Programming Skills for Elementary School Students. *Systems*, 11(1), 25. <https://doi.org/10.3390/systems11010025>
- Huang, W. y Looi, C.-K. (2020). A critical review of literature on “unplugged” pedagogies in K-12 computer science and computational thinking education. *Computer Science Education*, 31(1), 83-111. <https://doi.org/10.1080/08993408.2020.1789411>
- Ioannou, A. y Makridou, E. (2018). Exploring the potentials of educational robotics in the development of computational thinking: A summary of current research and practical proposal for future

- work. *Education and Information Technologies*, 23(1), 2531-2544. <https://doi.org/10.1007/s10639-018-9729-z>
- Jaipal-Jamani, K. y Angeli, C. (2016). Effect of Robotics on Elementary Preservice Teachers' Self-Efficacy, Science Learning and Computational Thinking. *Journal of Science Education and Technology*, 26(2), 175-192. <https://doi.org/10.1007/s10956-016-9663-z>
- Jiang, B. y Li, Z. (2021). Effect of Scratch on computational thinking skills of Chinese primary school students. *Journal of Computers in Education*, 8(4), 505-525. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00190-z>
- Kale, U., Akcaoglu, M., Cullen, T., Goh, D., Devine, L., Calvert, N. y Grise, K. (2018). Computational What? Relating Computational Thinking to Teaching. *TechTrends*, 62(6), 574-584. <https://doi.org/10.1007/s11528-018-0290-9>
- Kalelioglu, F., Gülbahar, Y. y Kukul, V. (2016). A Framework for Computational Thinking Based on a Systematic Research Review. *Baltic Journal Modern Computing*, 4(3), 583-596. [https://www.bjmc.lu.lv/fileadmin/user\\_upload/lu\\_portal/projekti/bjmc/Contents/4\\_3\\_15\\_Kalelioglu.pdf](https://www.bjmc.lu.lv/fileadmin/user_upload/lu_portal/projekti/bjmc/Contents/4_3_15_Kalelioglu.pdf)
- Ketelhut, D.-J., Mills, K., Hestness, E., Cabrera, L., Plane, J. y McGinnis, J.-R. (2019). Teacher Change Following a Professional Development Experience in Integrating Computational Thinking into Elementary Science. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 174-188. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09798-4>
- Kitchenham, B. y Charters, S. (2007). Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering. Version 2.3. En *EBSE Technical Report EBSE-2007-01*. <https://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/summary?doi=10.1.1.117.471>
- Kong, S.-C. y Lai, M. (2022). A proposed computational thinking teacher development framework for K-12 guided by the TPACK model. *Journal of Computers in Education*, 9, 379-402. <https://doi.org/10.1007/s40692-021-00207-7>
- Kong, S.-C., Lai, M. y Li, Y. (2023). Scaling up a teacher development programme for sustainable computational thinking education: TPACK surveys, concept tests and primary school visits. *Computers & Education*, 194, 104707. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104707>
- Kong, S.-C., Lai, M. y Sun, D. (2020). Teacher development in computational thinking: Design and learning outcomes of programming concepts, practices and pedagogy. *Computers & Education*, 151, 103872. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103872>
- Korkmaz, Ö., Çakir, R. y Özden, M. Y. (2017). A validity and reliability study of the Computational Thinking Scales (CTS). *Computers in Human Behavior*, 72, 558-569. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2017.01.005>
- Kotsopoulos, D., Floyd, L., Khan, S., Namukasa, I., Somanath, S., Weber, J. y Chris, Y. (2017). A Pedagogical Framework for Computational Thinking. *Digital Experiences in Mathematics Education*, 3(2), 154-171. <https://doi.org/10.1007/s40751-017-0031-2>
- Li, F., Wang, X., He, X., Cheng, L. y Wang, Y. (2022). The effectiveness of unplugged activities and programming exercises in computational thinking education: A Meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 27, 7993-8013. <https://doi.org/10.1007/s10639-022-10915-x>
- Ling, U. L., Saibin, T. C., Labadin, J. y Aziz, N. A. (2018). Preliminary Investigation: Teachers' Perception on Computational Thinking Concepts. *Journal of Telecommunication, Electronic and*

- Computer Engineering*, 9(2-9), 23-29. <https://jtec.utem.edu.my/jtec/article/view/2672>
- Liu, X., Wang, X., Xu, K. y Hu, X. (2023). Effect of Reverse Engineering Pedagogy on Primary School Students' Computational Thinking Skills in STEM Learning Activities. *Journal of Intelligence*, 11(2), 36. <https://doi.org/10.3390/jintelligence11020036>
- Lockwood, J. y Mooney, A. (2017). *Computational Thinking in Education: Where does it fit? A systematic literacy review*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.1703.07659>
- Lye, S. Y. y Koh, J. H. L. (2014). Review on teaching and learning and learning of computational thinking through programming: What is next for K-12? *Computers in Human Behavior*, 41, 51-61. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.09.012>
- Menon, D., Romero, M. y Viéville, T. (2019). Computational thinking development and assessment through tabletop escape games. *International Journal of Serious Games*, 6(4), 3-18. <https://doi.org/10.17083/ijsg.v6i4.319>
- Merino-Armero, J. M., González-Calero, J. A. y Cózar-Gutiérrez, R. (2021). Computational thinking in K-12 education. An insight through meta-analysis. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(3), 1-26. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1870250>
- Mishra, P. y Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for integrating technology in teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. <https://doi.org/10.1111/j.1467-9620.2006.00684.x>
- Molina-Ayuso, A., Adamuz, N., López, R. B. y Torralbo, M. (2022). Introduction to Computational Thinking with Scratch for Teacher Training for Spanish Primary School Teachers in Mathematics. *Education Sciences*, 12(12), 899. <https://doi.org/10.3390/educsci12120899>
- Moreno-León, J., Robles, G., Román-González, M. y Rodríguez, J. D. (2019). No es lo mismo: un análisis de red de texto sobre definiciones de pensamiento computacional para estudiar su relación con la programación informática. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE)*, (7), 26-35. <https://doi.org/10.6018/riite.397151>
- Moreno-León, J., Robles, G. y Román-González, M. (2015). Dr. Scratch: Análisis Automático de Proyectos Scratch para Evaluar y Fomentar el Pensamiento Computacional. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 46(10). <https://doi.org/10.6018/red/46/10>
- Noh, J. y Lee, J. (2019). Effects of robotics programming on the computational thinking and creativity of elementary school students. *Education Technology Research and Development*, 68(1), 463-484. <https://doi.org/10.1007/s11423-019-09708-w>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., McGuinness, L. A., Stewart, L. A., Thomas, J., Tricco, A. C., ... y Moher, D. (2021). The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *Bmj*, 372, 71. <https://doi.org/10.1136/bmj.n71>
- Palts, T. y Pedaste, M. (2020). A Model for Developing Computational Thinking Skills. *Informatics in Education*, 19(1), 113-128. <https://doi.org/10.15388/infedu.2020.06>
- Park, Y.-S. y Park, M. (2018). Exploring Students Competencies to be Creative Problem Solvers With Computational Thinking Practices. *Journal of the Korean Earth Science Society*, 39(4),

- 388-400. <https://doi.org/10.5467/JKESS.2018.39.4.388>
- Pollak, M. y Ebner, M. (2019). The Missing Link to Computational Thinking. *Future Internet*, 11(12), 263. <https://doi.org/10.3390/fi11120263>
- Popat, S. y Starkey, L. (2018). Learning to code or coding to learn? A systematic review. *Computers & Education*, 128, 365-376. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.10.005>
- Rich, P., Mason, S. y O'Leary, J. (2021). Measuring the effect of continuous professional development on elementary teachers' self-efficacy to teach coding and computational thinking. *Computers & Education*, 168(3), 104196. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104196>
- Rich, P. y Langton, M. B. (2016). Computational Thinking: Toward a Unifying Definition. En J. M. Spector, D. Ifenthaler, D. G. Sampson y P. Isaias (Eds.), *Competencies in Teaching, Learning and Educational Leadership in the Digital Age* (pp. 229-242). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-30295-9\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-319-30295-9_14)
- Román-González, M., Moreno-León, J. y Robles, G. (13-15 de julio de 2017). Complementary Tools for Computational Thinking Assessment. *International Conference on Computational Thinking Education 2017*. Hong-Kong, China. [https://www.researchgate.net/publication/318469859\\_Complementary\\_Tools\\_for\\_Computational\\_Thinking\\_Assessment](https://www.researchgate.net/publication/318469859_Complementary_Tools_for_Computational_Thinking_Assessment)
- Román-González, M., Pérez-González, J. C. y Jiménez-Fernández, C. (18-20 de octubre de 2015). Test de Pensamiento Computacional: diseño y psicometría general. *III Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC 2015)*. Madrid, España. <https://doi.org/10.13140/RG.2.1.3056.5521>
- Sáez, J. M. y Cózar, R. (2017). Pensamiento computacional y programación visual por bloques en el aula de Primaria. *Educación*, 53(1), 129-146. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.841>
- Sánchez-Meca, J. (2022). Revisiones sistemáticas y meta-análisis en Educación: Un tutorial. *Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa (RIITE)*, 13, 5-40. <https://doi.org/10.6018/riite.545451>
- Segredo, E., Miranda, G. y León, C. (2017). Hacia la educación del futuro: El pensamiento computacional como mecanismo de aprendizaje generativo. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 18(2), 33-58. <https://doi.org/10.14201/eks2017182335>
- Sengupta, P., Kinnebrew, J. S., Basu, S., Biswas, G. y Clark, D. (2013). Integrating computational thinking with K-12 science education using agent-based computation: A theoretical framework. *Education and Information Technologies*, 18(2), 351-380. <https://doi.org/10.1007/s10639-012-9240-x>
- Serrano, J. L. y Ortuño, G. (2021). Percepciones del profesorado en formación sobre el desarrollo del pensamiento computacional desde el Modelo 5PC. *EDUTEC. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (78), 212-230. <https://doi.org/10.21556/edutec.2021.78.2173>
- Shen, J., Chen, G., Barth-Cohen, L., Jiang, S. y Eltoukhy, M. (2020). Connecting computational thinking in everyday reasoning and programming for elementary school students. *Journal of Research on Technology in Education*, 54(2), 205-225. <https://doi.org/10.1080/15391523.2020.1834474>
- Shute, V. J., Sun, C. y Asbell-Clarke, J. (2017). Demystifying computational thinking. *Educational Research Review*, 22(1), 142-158. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2017.09.003>

- Sun, L., Hu, L. y Zhou, D. (2021). Which way of design programming activities is more effective to promote K-12 students' computational thinking skills? A meta-analysis. *Journal of Computer Assisted Learning*, 37(4), 1048-1062. <https://doi.org/10.1111/jcal.12545>
- Tang, X., Yin, Y., Lin, Q., Hadad, R. y Zhai, X. (2020). Assessing computational thinking: A systematic review of empirical studies. *Computers & Education*, 148(1), 103798. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103798>
- Tran, Y. (2019). Computational Thinking Equity in Elementary Classrooms: What Third-Grade Students Know and Can Do. *Journal of Educational Computing*, 57(1), 3-31. <https://doi.org/10.1177/0735633117743918>
- Tsai, M., Liang, J., Lee, S. y Hsu, C. (2021). Structural Validación for the Development Model of Computational Thinking. *Journal of Educational Computing Research*, 60(1), 56-73. <https://doi.org/10.1177/07356331211017794>
- Uslu, N. A., Yavuz, G. O. y Usluel, Y. K. (2022). A systematic review study on educational robotics and robots. *Interactive Learning Environments*, 1-25. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.2023890>
- Voogt, J., Fisser, P., Good, J., Mishra, P. y Yadav, A. (2015). Computational thinking in compulsory education: Towards an agenda for research and practice. *Education and Information Technologies*, 20(4), 715-728. <https://doi.org/10.1007/s10639-015-9412-6>
- Voon, X., Wong, S., Wong, L., Khambari, M. y Syed-Abdullah, S. (2023). Developing pre-service teachers' computational thinking through experiential learning: hybridization of plugged and unplugged approaches. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning*, 18(6), 1-27. <https://doi.org/10.58459/rptel.2023.18006>
- Wei, X., Lin, L., Meng, N., Tan, W., Kong, S.-C. y Kinshuk. (2021). The effectiveness of partial pair programming on elementary school students' Computational Thinking skills and self-efficacy. *Computers & Education*, 160, 104023. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104023>
- Weigend, M., Vaníček, J., Pluhár, Z. y Pesek, I. (2019). Computational Thinking Education through Creative Unplugged Activities. *International Olympiads in Informatics Journal (IOI)*, 13, 171-192. <https://doi.org/10.15388/ioi.2019.11>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Xia, L. y Zhong, B. (2018). A systematic review on teaching and learning robotics content knowledge in K-12. *Computers & Education*, 127, 267-282. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.007>
- Yadav, A. y Chakraborty, P. (2023). Introducing schoolchildren to computational thinking using smartphone apps: A way to encourage enrolment in engineering education. *Computer Applications in Engineering Education*, 1-19. <https://doi.org/10.1002/cae.22609>
- Yadav, A., Gretter, S., Good, J. y McLean, T. (2017). Computational Thinking in Teacher Education en P. Rich and C.B. Hodges (Eds.), *Emerging Research, Practice, and Policy on Computational Thinking* (pp. 205-220). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-319-52691-1_13)
- Yadav, A., Krist, C., Good, J. y Caeli, E. N. (2018). Computational thinking in elementary classrooms: Measuring teacher understanding of computational ideas for teaching science. *Computer Science Education*, 28(4), 371-400. <https://doi.org/10.1080/08993408.2018.1560550>
- Yadav, A., Mayfield, C., Zhou, N., Hambrusch, S. y Korb, J. T. (2014). Computational Thinking in Elementary and Secondary

- Teacher Education. *ACM Transactions on Computing Education*, 14(1), 1-16. <https://doi.org/10.1145/2576872>
- Zapata-Ros, M. (2015). Pensamiento computacional: Una nueva alfabetización digital. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 46(4), 1-47. <https://doi.org/10.6018/red/46/4>
- Zhang, L. y Nouri, J. (2019). A systematic review of learning by computational thinking through Scratch in K-9. *Computers & Education*, 141, 103607. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103607>

## ANEXO I. Lista de comprobación Prisma

Se puede consultar como material suplementario a este artículo en su versión electrónica en: [joseluisserrano.net/anexo-I-PRISMA-RIED-ES.pdf](http://joseluisserrano.net/anexo-I-PRISMA-RIED-ES.pdf)

## ANEXO II. Resultados obtenidos en la evaluación de la calidad de los artículos

Para evaluar la calidad de los estudios, se ha utilizado una adaptación de la lista CASP. Las preguntas, tal y como aparecen numeradas en la tabla, son las siguientes:

1. ¿Está claramente definido el enfoque del tema de investigación?
2. ¿Es adecuada la búsqueda de información por parte de los autores?
3. ¿Han identificado los autores todos los factores de confusión importantes?
4. ¿El seguimiento de los temas fue lo suficientemente completo?
5. ¿Los resultados están vinculados a los objetivos?
6. ¿Los resultados son precisos?
7. ¿Los resultados se pueden aplicar a otro tipo de poblaciones?
8. ¿Los resultados de este estudio son consistentes con otras evidencias disponibles?
9. ¿Las implicaciones de este estudio son válidas para la práctica?

Cada pregunta fue calificada con “Sí = 1”, “No = 0” y “PC = Poco claro”. Los estudios de calidad alta ( $\geq 70\%$ ) y moderada (69-40%) incluidos en esta revisión aparecen resaltados en la tabla 5.

**Tabla 5**  
*Resultados obtenidos en la evaluación de calidad de los artículos*

Estudio	Investigador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	promedio
Ángel-Díaz et al. (2020)	A	1	PC	PC	PC	1	0	0	0	PC	22.2	27.8
	B	1	1	0	PC	1	0	0	PC	PC	33.3	
Basu et al. (2021)	A	1	1	1	1	1	1	PC	0	PC	66.7	66.7
	B	1	1	1	1	1	1	0	0	PC	66.7	
Caballero-González y García-Valcárcel (2020)	A	1	1	0	PC	1	1	0	1	1	66.7	55.6
	B	1	PC	0	0	1	1	0	1	PC	44.4	
Chalmers (2018)	A	1	PC	0	0	0	1	0	1	1	44.4	50.0
	B	1	1	PC	0	0	1	0	1	1	55.6	

Estudio	Investigador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	promedio
Chen et al. (2017)	A	1	PC	0	PC	1	1	PC	PC	PC	33.3	33.3
	B	1	0	0	PC	1	1	PC	0	PC	33.3	
Chevalier et al. (2020)	A	1	1	0	0	1	1	0	1	1	66.7	55.6
	B	1	1	0	0	1	PC	0	1	PC	44.4	
Chevalier et al. (2022)	A	1	PC	0	PC	1	1	0	PC	PC	33.3	27.8
	B	1	0	0	0	1	PC	0	0	PC	22.2	
Chiazzese et al. (2018)	A	1	PC	0	0	1	PC	0	PC	0	22.2	27.8
	B	1	1	0	0	1	0	0	0	0	33.3	
Chiazzese et al. (2019)	A	PC	1	0	1	1	1	1	PC	1	66.7	66.7
	B	1	1	0	1	1	1	PC	PC	1	66.7	
Connolly et al. (2021)	A	1	0	0	0	1	PC	0	PC	PC	22.2	22.2
	B	1	PC	0	0	1	PC	0	0	0	22.2	
Del Olmo-Muñoz et al. (2020)	A	1	1	0	PC	1	1	1	1	1	77.8	77.8
	B	1	1	0	0	1	1	1	1	1	77.8	
El-Hamamsy et al. (2021)	A	1	PC	0	0	PC	1	PC	PC	PC	22.2	22.2
	B	1	0	0	0	PC	1	0	0	PC	22.2	
El-Hamamsy et al. (2022)	A	1	1	PC	1	1	1	PC	1	1	77.8	72.3
	B	1	1	1	1	PC	PC	0	1	1	66.7	
Freina et al. (2019)	A	1	1	0	0	1	1	0	0	1	55.6	50.0
	B	1	1	0	0	PC	1	0	0	1	44.4	
Gamito et al. (2022)	A	1	PC	0	PC	1	0	0	1	PC	33.3	33.3
	B	1	PC	0	0	1	0	0	1	PC	33.3	
Gane et al. (2021)	A	1	1	0	0	1	PC	0	PC	PC	33.3	27.8
	B	1	PC	0	0	1	0	0	0	PC	22.2	
Gao y Hew (2022)	A	1	1	PC	PC	1	PC	0	0	PC	33.3	33.3
	B	1	1	PC	0	1	PC	0	0	0	33.3	
Hooshyar et al. (2021)	A	1	1	1	PC	1	1	PC	1	1	77.8	77.8
	B	1	1	PC	PC	1	1	1	1	1	77.8	
Hsu et al. (2022)	A	1	PC	0	PC	1	1	0	PC	PC	33.3	33.3
	B	1	0	0	0	1	1	0	0	PC	33.3	
Huang et al. (2023)	A	1	1	0	0	1	1	0	1	PC	55.6	50.0
	B	1	1	0	0	PC	1	0	1	PC	44.4	
Jaipal-Jamani y Angeli (2017)	A	1	PC	0	PC	1	1	0	1	1	55.6	50.0
	B	1	1	0	PC	PC	1	0	1	PC	44.4	

Estudio	Investigador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	pro-medio
Jiang y Li (2021)	A	1	PC	0	PC	1	1	0	1	PC	55.6	61.2
	B	1	1	0	PC	1	1	0	1	1	66.7	
Kastner-Hauler et al. (2022)	A	1	PC	0	PC	1	PC	PC	0	PC	22.2	22.2
	B	PC	1	0	PC	1	0	PC	0	PC	22.2	
Kim y Kim (2016)	A	1	PC	0	0	1	PC	0	0	PC	22.2	22.2
	B	1	PC	0	0	1	0	0	0	PC	22.2	
Kong et al. (2023)	A	1	1	0	PC	1	1	0	1	PC	55.6	55.6
	B	1	1	0	PC	1	1	0	1	PC	55.6	
Kong y Lai (2021)	A	1	PC	0	PC	1	1	PC	PC	PC	33.3	33.3
	B	1	PC	0	0	1	1	0	PC	PC	33.3	
Kong y Lai (2022)	A	1	1	0	1	1	1	0	PC	1	66.7	55.6
	B	1	PC	0	1	1	PC	0	0	1	44.4	
Li et al. (2021)	A	1	1	0	0	1	PC	0	0	PC	33.3	33.3
	B	1	1	0	0	1	PC	0	0	PC	33.3	
Liu et al. (2023)	A	1	PC	1	PC	1	1	0	1	PC	55.6	61.2
	B	1	1	1	0	1	1	0	1	PC	66.7	
Materre et al. (2021)	A	1	PC	0	PC	1	1	0	PC	PC	33.3	38.9
	B	1	0	0	1	1	1	0	0	PC	44.4	
Molina-Ayuso et al. (2022)	A	1	1	1	1	1	1	PC	1	1	88.9	83.4
	B	1	PC	1	1	1	PC	1	1	1	77.8	
Noh y Lee (2020)	A	1	1	0	1	1	1	1	1	1	88.9	88.9
	B	1	1	0	1	1	1	1	1	1	88.9	
Pewkam y Chamrat (2022)	A	1	PC	0	PC	1	PC	0	1	PC	33.3	27.8
	B	1	0	0	0	PC	PC	0	1	PC	22.2	
Rich et al. (2020)	A	1	1	0	1	PC	0	PC	0	PC	33.3	22.2
	B	1	PC	0	PC	0	0	PC	0	PC	11.1	
Rich et al. (2021)	A	1	1	0	PC	1	1	0	1	PC	55.6	50.0
	B	1	PC	0	0	1	1	0	1	PC	44.4	
Rijke et al. (2018)	A	1	0	0	PC	1	PC	PC	1	PC	33.3	27.8
	B	PC	0	0	PC	1	0	0	1	PC	22.2	
Sáez y Cózar (2017)	A	1	1	1	PC	1	PC	PC	1	1	66.7	66.7
	B	1	1	1	PC	1	PC	PC	1	1	66.7	
Sengupta et al. (2013)	A	1	1	0	PC	1	1	0	1	PC	55.6	66.7
	B	1	1	0	1	1	1	PC	1	1	77.8	

Estudio	Investigador	1	2	3	4	5	6	7	8	9	%	promedio
Seo y Kim (2016)	A	1	PC	0	0	1	1	0	PC	PC	33.3	33.3
	B	1	PC	0	0	1	1	0	0	0	33.3	
Shen et al. (2022)	A	1	PC	PC	PC	1	1	0	1	1	55.6	61.2
	B	1	1	PC	PC	1	1	PC	1	1	66.7	
Silva et al. (2021)	A	1	0	0	0	1	PC	0	0	PC	22.2	22.2
	B	1	PC	0	0	1	PC	0	0	PC	22.2	
Tran (2019)	A	1	1	0	1	1	1	0	1	1	77.8	72.3
	B	1	1	0	1	1	PC	0	1	1	66.7	
Wang et al. (2022)	A	1	PC	0	PC	PC	1	0	0	PC	22.2	22.2
	B	1	0	0	0	0	1	0	0	PC	22.2	
Waterman et al. (2020)	A	1	PC	0	PC	1	0	0	PC	PC	22.2	22.2
	B	1	PC	0	PC	1	0	0	0	PC	22.2	
Wei et al. (2021)	A	1	1	0	PC	1	1	PC	1	1	66.7	61.2
	B	1	PC	0	0	1	1	0	1	1	55.6	
Yadav et al. (2018)	A	1	PC	0	PC	1	PC	0	PC	PC	22.2	27.8
	B	1	1	0	PC	1	0	0	PC	PC	33.3	
Yadav y Chakraborty (2023)	A	1	1	PC	PC	1	1	0	1	1	66.7	66.7
	B	1	PC	1	PC	1	1	0	1	1	66.7	

Fuente: elaboración propia.

### ANEXO III. Referencias no incluidas en la revisión

- Ángel-Díaz, C. M., Segredo, E., Arnay, R. y León, C. (2020). Simulador de robótica educativa para la promoción del pensamiento computacional. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 20(63), 8. <https://doi.org/10.6018/RED.410191>
- Chen, G., Shen, J., Barth-Cohen, L., Jiang, S., Huang, X. y Eltoukhy, M. (2017). Assessing elementary students' computational thinking in everyday reasoning and robotics programming. *Computers & Education*, 109(2), 162-175. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2017.03.001>
- Chevalier, M., Giang, C., El-Hamamsy, L., Bonnet, E., Papaspyros, V., Pellet, J.-P., Audrin, C., Romero, M., Baumberger, B. y Mondada, F. (2022). The role of feedback and guidance as intervention methods to foster computational thinking in educational robotics learning activities for primary school. *Computers & Education*, 180(2), 104431. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104431>
- Chiazzese, G., Fulantelli, G., Pipitone, V. y Taibi, D. (2018). Engaging Primary School Children in Computational Thinking: Designing and Developing Videogames. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 19(2), 63-81. <https://bit.ly/3w5b2Yl>

- Connolly, C., Hijón-Neira, R. y Grádaigh, S.Ó. (2021). Mobile learning to support computational thinking in initial teacher education: A case study. *International Journal of Mobile and Blended Learning*, 13(1), 49-62. <https://doi.org/10.4018/IJMBL.2021010104>
- El-Hamamsy, L., Zapata, M., Marcelino, P. y Bruno, B. (2022). Comparing the psychometric properties of two primary school Computational Thinking (CT) assessments for grades 3 and 4: The Beginners' CT test (BCTt) and the competent CT test (cCTt). *Frontiers in Psychology*, 13, 1082659. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1082659>
- Gamito, R., Aristizabal, P., Basasoro-Ziganda, M. y León-Hernández, I. (2022). The development of computational thinking in education: Assessment based on an experience with Scratch. *Innoeduca International Journal of Technology and Educational Innovation*, 8(1), 59-74. <https://doi.org/10.24310/innoeduca.2022.v8i1.12093>
- Gane, B. D., Israel, M., Elagha, N. y Yan, W. (2021). Design and validation of learning trajectory-based assessments for computational thinking in upper elementary grades. *Computer Science Education*, 31(6). <https://doi.org/10.1080/08993408.2021.1874221>
- Gao, X. y Hew, K. F. (2021). Toward a 5E-Based Flipped Classroom Model for Teaching Computational Thinking in Elementary School: Effects on Student Computational Thinking and Problem-Solving Performance. *Journal of Educational Computing Research*, 60(3), 512-543. <https://doi.org/10.1177/073563312111037757>
- Hsu, T. C., Chang, C., Wu, L.-K. y Looi, C.-K. (2022). Effects of a Pair Programming Educational Robot-Based Approach on Students' Interdisciplinary Learning of Computational Thinking and Language Learning. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.888215>
- Kastner-Hauler, O., Tengler, K., Sabitzer, B. y Lavicza, Z. (2022). Combined Effects of Block-Based Programming and Physical Computing on Primary Students' Computational Thinking Skills. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.875382>
- Kim, Y.-M. y Kim, J.-H. (2016). Application of a Software Education Program Developed to Improve Computational Thinking in Elementary School Girls. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(44), 1-9. <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i44/105102>
- Kong, S.-C. y Lai, M. (2022). Validating a computational thinking concepts test for primary education using item response theory: An analysis of students' responses. *Computers & Education*, 187(7), 104562. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2022.104562>
- Li, Y., Xu, S. y Liu, J. (2021). Development and Validation of Computational Thinking Assessment of Chinese Elementary School Students. *Journal of Pacific Rim Psychology*, 15(3), 183449092110102. <https://doi.org/10.1177/18344909211010240>
- Matere, I., Weng, C., Astatke, M., Hsia, C.-H. y Fan, C.-G. (2021). Effect of design-based learning on elementary students computational thinking skills in visual programming maker course. *Interactive Learning Environments*, 31(6), 3633-3646. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1938612>
- Pewkam, W. y Chamrat, S. (2022). Pre-Service Teacher Training Program of STEM-based Activities in Computing Science to Develop Computational Thinking. *Informatics in Education*, 21(2). <https://doi.org/10.15388/infedu.2022.09>
- Rich, K. M., Yadav, A. y Larimore, R.A. (2020). Teacher implementation profiles for integrating computational thinking

- into elementary mathematics and science instruction. *Education and Information Technologies*, 25(4), 3161-3188. <https://doi.org/10.1007/s10639-020-10115-5>
- Rijke, W. J., Bollen, L., Eysink, T. H. S. y Tolboom, J. L. J. (2018). Computational Thinking in Primary School: An Examination of Abstraction and Decomposition in Different Age Groups. *Informatics in Education*, 17(1), 77-92. <https://doi.org/10.15388/infedu.2018.05>
- Seo, Y.-H. y Kim, J.-H. (2016). Analyzing the Effects of Coding Education through Pair Programming for the Computational Thinking and Creativity of Elementary School Students. *Indian Journal of Science and Technology*, 9(46), 1-5. <https://doi.org/10.17485/ijst/2016/v9i46/107837>
- Silva, R., Fonseca, B., Costa, C. y Martins, F. (2021). Fostering computational thinking skills: A didactic proposal for elementary school grades. *Education Sciences*, 11(9), 518. <https://doi.org/10.3390/educsci11090518>
- Wang, J., Zhang, Y., Hung, C.-Y. y Wang, Q. (2022). Exploring the characteristics of an optimal design of non-programming plugged learning for developing primary school students' computational thinking in mathematics. *Educational Technology Research and Development*, 70(1), 849-880. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10093-0>
- Waterman, K., Goldsmith, L. y Pasquale, M. (2020). Integrating Computational Thinking into Elementary Science Curriculum: an Examination of Activities that Support Students' Computational Thinking in the Service of Disciplinary Learning. *Journal of Science Education and Technology*, 29(1), 53-64. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09801-y>
- Yadav, A., Krist, C., Good, J. y Caeli, E. N. (2018). Computational thinking in elementary classrooms: measuring teacher understanding of computational ideas for teaching science. *Computer Science Education*, 28(4), 371-400. <https://doi.org/10.1080/08993408.2018.1560550>

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 31 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 9 de octubre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 26 de octubre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024



# Desarrollando el marco DALI de alfabetización en datos para la ciudadanía

## Developing the DALI Data Literacy Framework for critical citizenry



- 📧 Linda Castañeda - *Universidad de Murcia (España)*
- 📧 Inmaculada Haba-Ortuño - *Universidad de Murcia (España)*
- 📧 Daniel Villar-Onrubia - *Universidad de Cádiz (España)*
- 📧 Victoria I. Marín - *Universitat de Lleida (España)*
- 📧 Gemma Tur - *Universitat de les Illes Balears (España)*
- 📧 José A. Ruipérez-Valiente - *Universidad de Murcia (España)*
- 📧 Barbara Wasson – *Universidad de Bergen (Noruega)*

### RESUMEN

En la era postdigital actual, donde los datos son cada vez más omnipresentes, la gestión de datos se ha convertido en un aspecto crucial de la alfabetización digital para la ciudadanía activa. Este artículo presenta el proceso de elaboración de un marco de Alfabetización en Datos que se llevó a cabo utilizando la Teoría fundamentada como base metodológica, y el método Delphi como estrategia para conjugar la participación de expertos de diversos campos como la ciencia de datos, la educación y la alfabetización, provenientes de cuatro países, en tres rondas y media de trabajo. El resultado de este estudio es el marco DALI de alfabetización en datos para la ciudadanía, que abarca cuatro elementos principales. Tres de estos elementos están interconectados y a veces se superponen: (1) Comprender los datos, (2) Actuar a partir de los datos y (3) Comprometerse a través de los datos. Además, hay un elemento transversal, (4) Ética y Privacidad, que impregna los otros tres. El marco DALI es flexible y escalable, lo que permite su adaptación a diversos contextos internacionales, organizativos y educativos. Además, las conclusiones del artículo reflexionan sobre cómo el marco DALI puede respaldar iniciativas pedagógicas destinadas a promover la alfabetización en datos entre las personas adultas y cómo su adaptabilidad y escalabilidad lo hacen ideal para abordar las diversas necesidades y contextos encontrados en diferentes entornos educativos y organizaciones internacionales.

**Palabras clave:** tecnologías de la información y de la comunicación; alfabetización; participación del ciudadano; tratamiento de la información; modelo; formación del concepto.

### ABSTRACT

In the current postdigital age, where data has become increasingly ubiquitous, the management of data has emerged as a vital aspect of digital literacies, particularly for active citizenry. This article introduces a Data Literacy framework that emphasizes the importance of an ideological emancipatory vision of data literacy for critical citizenry. The framework provides a comprehensive perspective on the key elements of data literacy and their interrelationships. Grounded Theory served as the foundation for conducting a three-and-a-half round Delphi study involving experts from diverse fields such as data, education, and literacy, across four countries. The outcome of this study is the DALI Data Literacy framework, which encompasses four primary elements. Three of these elements are interconnected and sometimes overlapping: (1) Understanding Data, (2) Acting on Data, and (3) Engaging Through Data. Additionally, there is a cross-cutting element, (4) Ethics and Privacy, which permeates the other three. The DALI framework is flexible and scalable, making it suitable for adaptation across various international, organizational, and educational contexts. Furthermore, the article's conclusions reflect on how the DALI framework can support pedagogical initiatives aimed at promoting data literacy among adults. Its adaptability and scalability make it well-suited for addressing the diverse needs and contexts found within different educational settings and organizations internationally. By incorporating the DALI framework, digital education can evolve to foster critical data literacy skills and empower individuals to navigate and participate meaningfully in the postdigital age.

**Keywords:** information and communication technologies; literacy; citizen participation; information processing; model.

## INTRODUCCIÓN

Las tecnologías digitales y en red se han integrado tan profundamente en el trabajo, la educación y la vida cotidiana que categorizar actividades específicas como “digitales” ha perdido sentido. Para abordar este panorama sociotécnico en evolución, ha ganado popularidad el término “postdigital”, que reconoce las intersecciones desordenadas e impredecibles entre lo digital y lo analógico, lo tecnológico y lo no tecnológico, lo biológico y lo informacional, y lo antiguo y lo nuevo (Jandrić et al., 2022; Taffel, 2016”).

En esta era postdigital, la generación, el procesamiento, la circulación y la mercantilización de los datos resultantes de nuestra vida cotidiana se han vuelto más omnipresentes que nunca. Los datos, que pueden definirse como mediciones u observaciones recogidas con fines informativos (Oficina Australiana de Estadística, 2022), son recogidos constantemente por nuestro entorno, los lugares que visitamos, los servicios en línea y los dispositivos que utilizamos, y a menudo se utilizan para hacer inferencias sobre nuestro comportamiento a través de algoritmos. La monetización de los datos extraídos mediante diversas formas de vigilancia y seguimiento se ha convertido en un aspecto central de la economía actual (Bloom, 2019; Zuboff, 2019) con los datos sirviendo como el nuevo petróleo y las refinerías de datos desempeñando un papel crucial en la producción de valor económico en el marco del capitalismo informacional (Cohen, 2019).

Sin embargo, nuestra relación con los datos no es meramente pasiva, ya que también consumimos grandes cantidades que conforman nuestra visión del mundo e influyen en nuestras decisiones. Por lo tanto, cada vez es más necesario educar a las personas en la lectura, la comprensión y el análisis de los datos (Raffaghelli y Stewart, 2020). Además, las personas también pueden querer explorar patrones dentro de los datos, provocar cambios y comunicar ideas utilizando datos. En consecuencia, la capacidad de manejar datos de forma eficaz y ética, así como de navegar por realidades basadas en datos, se ha convertido en algo esencial para el trabajo, la educación y la ciudadanía activa en las sociedades contemporáneas (Markham y Pereira, 2019; Nguyen, 2021). Además, la alfabetización en datos no sólo es fundamental para el crecimiento personal y profesional, sino que también desempeña un papel crucial en la promoción de la justicia social (Atenas et al., 2020; Louie et al., 2022). Capacitar a las personas con habilidades propias de la alfabetización en datos les permite evaluar críticamente la información, cuestionar los prejuicios e identificar las desigualdades en los procesos de toma de decisiones basados en datos (Markham, 2020). Sin embargo, lograr la alfabetización en datos como parte fundamental de la educación digital de la ciudadanía ha demostrado ser un reto complejo (Marín y Castañeda, 2022; Pangrazio y Selwyn, 2019).

Con este telón de fondo, surgió el proyecto *Alfabetización en Datos para la Ciudadanía* (DALI)<sup>1</sup>, un proyecto europeo Erasmus+ que pretende capacitar a las personas adultas para una ciudadanía responsable y un compromiso cívico en un

mundo postdigital, apoyando el desarrollo de competencias clave relacionadas con el uso de datos y la comprensión de las implicaciones asociadas. El proyecto se dirige a tres grupos demográficos (personas adultas jóvenes, personas adultas en general y personas mayores) en cuatro países (Alemania, Noruega, España y Reino Unido). Además del impacto de los datos en la vida de las personas adultas, éstas también tienen la responsabilidad de regular la forma en que las personas más jóvenes se relacionan con los datos tanto en casa como en los centros educativos, no en vano las personas adultas suelen ser legalmente responsables de los datos de menores en la mayoría de los países.

El proyecto DALI se centra en la cocreación, el pilotaje y la evaluación de estrategias didácticas, así como en el desarrollo de juegos y recursos lúdicos de aprendizaje para estudiantado adulto. También implica la participación de otros actores interesados en el campo de la educación de personas adultas para facilitar su aplicación. El proyecto adopta un enfoque lúdico para aumentar la demanda de aprendizaje y la participación de las personas interesadas mediante estrategias eficaces de divulgación, orientación y motivación (Arnab et al., 2019; Whitton, 2018).

Con este proceso en mente, DALI comenzó su trabajo creando un marco que pretende definir y delimitar la alfabetización en datos (de aquí en adelante AD) como una forma de capacitar a las personas en el mundo digital y fortalecer su agencia.

Ha habido muchos intentos de abordar una visión ética de los datos a través de marcos (un buen análisis de ellos en Atenas et al., 2023), y ya se han hecho algunos intentos específicos para definir la AD con anterioridad. Por ejemplo, la AD se ha incorporado a marcos que esbozan áreas esenciales de competencia que abarcan conocimientos, habilidades y actitudes necesarias para la Alfabetización Digital (Marín y Castañeda, 2022). El Marco de Competencia Digital para la Ciudadanía (DigComp) de la Comisión Europea incluye la Alfabetización Informacional y de Datos como una de sus cinco áreas de competencia (Carretero Gómez et al., 2017; Kluzer y Priego, 2018). Sin embargo, en determinados contextos laborales, como la enseñanza, sólo se contemplan aspectos específicos de la AD en el DigCompEdu de la Comisión Europea, principalmente relacionados con el “uso responsable” (Caena y Redecker, 2019). Además, aunque DigComp ofrece una perspectiva más amplia sobre las competencias digitales, es necesario un marco dedicado a la Alfabetización en Datos que se centre en las habilidades especializadas para el análisis, la interpretación y el compromiso ético de los datos. Este nuevo marco capacitaría a la ciudadanía para la toma de decisiones basada en datos y fomentaría la justicia social a través de prácticas de datos equitativas.

Existen diferentes marcos de alfabetización en materia de datos, como Learn2Analyse, Open Data Institute y Data Citizenship Framework (Yates et al., 2021). Varían en aspectos como el público objetivo y la metodología de creación (Tabla 1).

**Tabla 1***Marcos anteriores sobre AD*

Marco	Autores	Grupo destinatario	Método	Descripción
Marco de competencias para la alfabetización en datos educativa	Learn2Analyze (proyecto de la UE)	Diseñadores educativos y formadores en línea	Cuestionario basado en expertos	Seis dimensiones de competencias. La ética como dimensión específica.
Marco de competencias en materia de datos	Open Data Institute (empresa sin ánimo de lucro)	Organizaciones	No se ha encontrado	Cinco dominios en función de las funciones de una organización. “Trabajar éticamente” como subdominio.
Marco de Ciudadanía de los Datos	Yates et al. (2021)	Ciudadanos	Análisis sistemático de la literatura	Tres dominios que a veces se solapan. El uso ético como parte del pensamiento sobre los datos

Varios marcos incorporan la ética en cierta medida, principalmente en lo que respecta al uso de los datos en sus respectivos contextos profesionales. Aunque estos marcos ofrecen contenidos valiosos, sus procesos de creación carecen de explicaciones detalladas, excepto en el caso del *Marco de Competencia en Alfabetización en Datos Educativos*, que se basa en un método de encuesta a expertos (Yates et al., 2021).

Para abordar esta laguna y promover interpretaciones interdisciplinarias y transculturales, el proyecto DALI empleó un proceso de cocreación para desarrollar su propio marco. Este enfoque permitió una reflexión colectiva sobre la AD al tiempo que reconocía la diversidad teórica e ideológica de las personas implicadas en el proyecto. La creación del marco utilizó un estudio Delphi, reconociendo la complejidad del fenómeno de la alfabetización en datos (Marín y Castañeda, 2022) y se alinea con la definición de Alfabetización Digital de la Unión Europea (Unión Europea, 2018).

La estructura básica del marco se deriva de la estructura de DigComp. DigComp está estructurado en cuatro componentes: a) áreas de competencia (elementos); b) títulos y descriptores de competencias (subelemento, subcompetencia), c) niveles de competencia y d) ejemplos de uso (Carretero Gómez et al., 2017). Al igual que la estructura DigComp, el marco resultante en este estudio también incluirá

indicadores para precisamente tres niveles de desarrollo (niveles de competencia) para cada subcompetencia en cada elemento o área de competencia (niveles A a C, de competencia básica a avanzada).

Este artículo presenta el proceso colectivo que seguimos con el objetivo de definir el *Marco DALI de Alfabetización en datos* para una ciudadanía crítica, que posteriormente sustenta el diseño de las estrategias de aprendizaje en red basadas en juegos y los recursos lúdicos generados durante el proyecto DALI.

## MÉTODO

El objetivo principal del estudio era desarrollar de forma colaborativa un marco que sirviera de base para el resto del proyecto DALI, un marco que se desarrolle e implemente con indicadores de los niveles de rendimiento básico, intermedio y avanzado deseables para el público objetivo del proyecto (es decir, las personas adultas). El marco de alfabetización en datos DALI (en adelante, el marco DALI) surgió de una construcción colectiva por parte de personas expertas, más que de una revisión bibliográfica. Se utilizó el método Delphi para identificar las áreas esenciales que debían incluirse en el marco, y también para el desarrollo de cada una (Okoli y Pawlowski, 2004).

### Un estudio Delphi

Varias circunstancias nos llevaron a utilizar el método Delphi. En primer lugar, es útil para crear una síntesis participativa, o lo que es lo mismo, recoger, analizar y construir opiniones de grupos homogéneos o heterogéneos de investigadores para “iluminar ciertos aspectos de un fenómeno o construir una comprensión colectiva al respecto” (Cohen et al., 2017, p. 463). Además, se ha adoptado ampliamente en diferentes campos, como las ciencias sociales y medioambientales, para implicar a personas expertas en el diálogo y la interacción en torno a un objeto de estudio (Bond et al., 2021; Fefer et al., 2016). En particular, ha sido importante en el ámbito de la investigación educativa (Guàrdia et al., 2022). El método Delphi puede entenderse como “un proceso de comunicación en grupo, así como un método para lograr una opinión consensuada” (Salkind, 2010, p. 343), de tal forma que permite a los participantes “abordar eficazmente un problema complejo” (Linstone y Turoff, 1975, p. 3). Cabe destacar que el método Delphi se alinea con el enfoque de cocreación y codiseño que subyace a todo el desarrollo del trabajo en el proyecto DALI, ya que también está dirigido a “permitir a organizaciones, grupos e individuos interactuar, colaborar y resolver problemas generando conjuntamente soluciones y creando valor” (El-Jarn y Southern, 2020, p. 192).

Considerando la definición del Marco DALI como la primera tarea del proyecto, este Delphi tenía como objetivo extraer las declaraciones ideológicas relacionadas con la AD dentro del equipo, así como estructurar un proceso de comunicación

que aprovechara la diversidad académica del grupo para lograr una perspectiva lo más amplia posible relacionada con el objeto de estudio; razones que hacen que este método se haya considerado fiable para desarrollar marcos en otros trabajos (Chen, 2019; Fefer et al., 2016). Así, un estudio Delphi tiene cinco condiciones fundamentales (1) una consulta a un conjunto maduro de personas expertas – probablemente la característica esencial de la técnica– (2) anónima –ninguna de ellas debe conocer las aportaciones específicas de los demás– (3) rondas múltiples – que deben configurarse como iteraciones del proceso–, (4) con retroalimentación de los resultados y (5) la oportunidad de que los participantes reconsideren su posición (Becuwe et al., 2017; Cabero, 2013).

## Panelistas

La selección de personas expertas es fundamental para la validez final de los resultados (Seo et al., 2020). En este caso, las personas expertas fueron elegidas por los equipos de cada institución socia del proyecto. Cada universidad socia eligió a dos personas expertas para formar parte del panel Delphi, teniendo en cuenta no sólo el papel especializado de la institución en el consorcio, sino también la experiencia de cada participante. Participaron en el proceso diez personas expertas en educación, procedentes de cinco instituciones diferentes, y con diversa formación y perspectivas sobre el uso y el estudio de la tecnología para la educación. Nueve de ellos eran doctores en temas relacionados con educación y tecnología.

## La estructura Delphi

Aprovechando la flexibilidad del método Delphi y la posibilidad de hacerle algunas adaptaciones –incluidas las revisiones preliminares de la literatura que también han sido recurrentes en los estudios sobre educación (Seo et al., 2020)–, en este estudio decidimos aplicar el panel Delphi siguiendo el método de Bond et al. (2021) en una versión de tres rondas y media (véase la Figura 1) que duró un total de 20 semanas.

**Figura 1**  
Marco DALI Estructura Delphi



La estructura Delphi pretendía dar forma al Marco DALI de manera colaborativa mediante cuestionarios iterativos y opiniones controladas (Dalkey y Helmer, 1963). Cada una de las iteraciones comenzó con preguntas abiertas y una fase de explicación (Chen, 2019; Fefer et al., 2016), en la que las personas del panel abordaban individualmente aspectos específicos del marco. La moderación fue ejercida por un representante de la Universidad de Murcia, que recogió, anonimizó y organizó las respuestas para su discusión en sesiones síncronas. Durante estas sesiones, los debates se produjeron en grupos pequeños (2-3 personas) seguidos de la presentación y la creación de consenso en el grupo más grande (Bond et al., 2021).

Las rondas de trabajo sirvieron como fases para profundizar en el marco, y cada ronda se basó en los debates anteriores. En consecuencia, los resultados de cada ronda se integraron directamente en el trabajo en curso. Este enfoque captó eficazmente diversas perspectivas del panel y de las personas que lo integraban aunque estaban dispersos geográficamente, al tiempo que garantizaba el anonimato para mitigar la dominación o la dinámica social externa (Fake y Dabbagh, 2021; Fefer et al., 2016).

## Datos recogidos

Esta sección describe los datos recogidos como parte del proceso Delphi en cada una de las rondas representadas en la Figura 1.



La definición de AD se basó en nueve artículos considerados como de gran relevancia para el panel. Tres de estos artículos se utilizaron como referencias para definir los elementos de la AD. Además, se pidió a los panelistas que incluyeran cuatro referencias esenciales sobre AD, lo que dio como resultado 19 artículos incluidos en el Anexo 1.

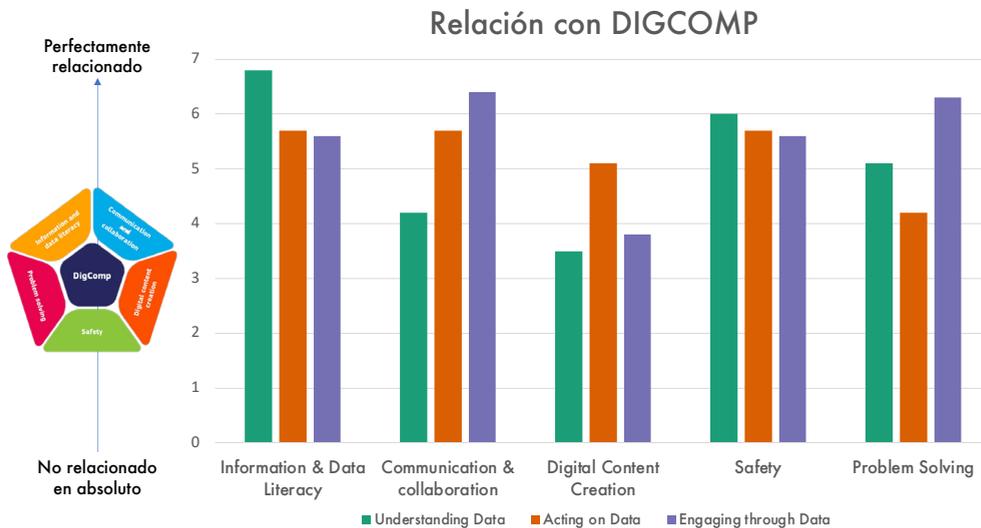
A partir de estos datos, resulta evidente qué documentos fueron especialmente influyentes en la creación del marco (Calzada-Prado y Marzal, 2013; Pangrazio y Selwyn, 2019; Raffaghelli, 2019). Además, parece interesante que, de los 39 autores diferentes que contribuyeron a estos trabajos, el trabajo de Raffaghelli –que aparece cinco veces en tres trabajos diferentes– parece muy influyente en el proceso de desarrollo. Asimismo, la contribución de Carmi y Yates –que aparece en dos documentos diferentes en 2020– es referenciada dos veces por los ponentes. Doce autores fueron referenciados por los panelistas al menos dos veces: Cavero, Gooch, Kortuem, Lockley, Mandinach, Maybee, Montaner, Pawluczuk, Rashid, Schüller, Wolff y Zilinski.

## Ronda 2

La segunda ronda se centró en los elementos básicos de la AD y su relación con los elementos de DigComp. Durante el debate sincrónico en línea, se examinaron las conexiones percibidas entre los elementos del marco DALI definidos y los elementos DigComp (alfabetización informacional y de datos, comunicación y colaboración, creación de contenidos digitales, seguridad y resolución de problemas). El grupo también deliberó sobre una mejor denominación de cada elemento y la inclusión de las competencias pertinentes. Parte de la reflexión consistió en calificar la relación entre cada elemento del marco y los elementos de DigComp en una escala de 8 Likert, que iba desde “Nada relacionado” (0) hasta “Perfectamente relacionado” (7). Los resultados se representan en la Figura 3.

**Figura 3**

*Relación entre DigComp y los elementos del marco DALI*



Los resultados sugieren que algunos elementos de DigComp, como la “Seguridad” (por ejemplo, el subelemento “proteger los datos personales y la privacidad”) y la “Alfabetización en información y datos” (por ejemplo, el subelemento “gestionar los datos, la información y los contenidos digitales”) son transversales a los tres elementos de DALI (entender los datos, actuar sobre los datos y comprometerse a través de los datos), mientras que otros elementos, como la “Comunicación y colaboración” (por ejemplo, subelemento “comprometerse con la ciudadanía a través de las tecnologías digitales”) o “Resolución de problemas” (por ejemplo, subelemento “utilizar creativamente las tecnologías digitales”) están más presentes en algunos aspectos de la AD (por ejemplo, comprometerse a través de los datos).

*Ronda 3*

En la tercera ronda, la atención se centró en definir las destrezas para cada elemento de AD e identificarlas mediante indicadores en tres niveles de competencia. Los debates sincrónicos se centraron en validar la coherencia de los niveles de aptitud. El proceso implicó que los panelistas rellenaran una cuadrícula con subcompetencias y elementos, junto con tres columnas (nivel A, B y C) que contenían indicadores. Tras anonimizar y compilar las respuestas, los participantes revisaron los componentes en grupos y debatieron la redacción final de cada indicador.

## Ronda final

Una última media ronda sirvió para discutir la versión final del marco DALI. El equipo coordinador del proceso hizo un primer borrador del marco completo, basándose en los datos recogidos durante las rondas anteriores. En esta última media ronda se obviaron los comentarios individuales –aparte de erratas y precisiones gramaticales– y se pasó directamente a la discusión del trabajo en grupo para obtener impresiones generales sobre el marco.

## RESULTADOS: EL MARCO DALI

A continuación, presentamos el producto final del proceso Delphi: el marco DALI de Alfabetización en Datos para la ciudadanía. Siguiendo una estructura organizativa como la del marco DigComp de la UE, incluye una definición de AD, los elementos de AD, los indicadores del marco y los niveles de rendimiento.

### Definición AD

La alfabetización en datos (también conocida en español como alfabetización DE datos) describe cómo las personas utilizan y se comprometen con los datos que se encuentran en su vida cotidiana como ciudadanos. Implica la toma de decisiones informadas en la vida cotidiana y en diversos contextos según los objetivos personales o colectivos. Además, conlleva la capacidad de plantear y responder preguntas a partir de conjuntos de datos mediante procesos de indagación, teniendo en cuenta el uso ético de éstos.

Incluye la comprensión de los datos, así como una actitud consciente sobre la no neutralidad y los posibles sesgos de los datos (tanto en su forma de recopilación, como en su tratamiento, etc.). Supone conocimientos sobre la recopilación, selección, almacenamiento, conservación y gestión de datos; así como sobre el análisis, evaluación, interpretación, crítica, aplicación, uso y trabajo con datos; además de la representación, visualización y comunicación de historias a partir de datos.

La AD incluye las habilidades para hacer juicios críticos e interrogar las afirmaciones que acompañan a los sistemas de datos, incluidos los aspectos éticos y legales que afectan a los derechos propios y a los de otras personas. También comprende las capacidades para utilizar los datos como parte de un proceso de diseño y para resolver problemas y tomar decisiones (diferentes propósitos).

El Marco DALI concilia todas estas consideraciones en cuatro elementos principales. Tres de ellos son principalmente independientes entre sí, aunque en algunos casos los límites entre ellos pueden ser difusos: (1) Entender los datos, (2) Actuar sobre los datos y (3) Comprometerse a través de los datos. Un elemento adicional se considera transversal a los demás: (4) Ética y privacidad. Aunque está

presente en (1), (2) y (3) en términos de contenido e indicadores, es un elemento fundamental en todos ellos.

Cabe destacar algunos puntos cruciales en el desarrollo de la definición y sus componentes. En el proceso de definición del término, surgió un importante debate sobre el término ciudadanía en el idioma original del marco (*Citizenship* vs. *Citizenry*), y finalmente optamos por este último término (*Citizenry*) por considerarlo más inclusivo, participativo y orientado a la justicia (Westheimer y Kahne, 2004). Esta decisión permite una perspectiva más amplia, que va más allá de los estrechos confines del estatus oficial de ciudadanía en los contextos locales. Asimismo, en lo que respecta a los elementos del DALI, la elección de los nombres para cada uno de ellos no fue sencilla requirió profundos debates. Si bien, en principio se abogó por nombres relacionados con los elementos relativos a los datos para cada uno de los componentes, gracias a los debates se decidió dar más importancia a las personas y a las acciones que desarrollan con los datos. Así, los componentes DALI recibieron títulos que los ubicaban desde la perspectiva de la acción de los participantes más que desde la perspectiva de los datos.

## Elementos AD

El marco DALI se representa en la Figura 4 con sus elementos (mencionados anteriormente en la definición AD) y subelementos.

Los cuatro elementos son extensos y complejos, por lo que su definición supone un reto. Sin embargo, para este proyecto, estamos definiendo los límites de estos mediante la descripción de los contenidos que incluye cada uno de ellos, así:

### Comprender los datos

La comprensión de datos se refiere a operaciones cognitivas, reflexiones y procesos que no implican necesariamente acciones:

- Entender los datos como una representación de la realidad, no la realidad en sí. Qué son los datos, qué forma adoptan y cómo pueden utilizarse en la sociedad (incluidos los datos personales, los datos institucionales, etc.).
- Comprender de dónde proceden los datos, es decir, su origen (por ejemplo, sensores, aplicaciones propias, uso de una herramienta, GPS en el propio teléfono, etc.).
- Comprender los diferentes tipos (por ejemplo, datos de sensores, datos de audio) y formatos técnicos (por ejemplo, MP4, JPG), así como la forma en que estos datos pueden recogerse en diferentes entornos.
- Comprender la complejidad de los datos: big data frente a small data, variaciones en la complejidad de los datos.

- Conocer las condiciones previas técnicas/tecnológicas para la creación y el uso de datos (conectar dispositivos, decidir la configuración de los dispositivos...).
- Procesamiento y manipulación de datos (por ejemplo, comprender que las aplicaciones utilizan datos, los algoritmos utilizan datos).
- El potencial y los inconvenientes de los macrodatos en diferentes ámbitos de la sociedad, como la sanidad, la educación, la economía, la seguridad, etc. (por ejemplo, las ventajas y desventajas del uso de las redes sociales, la vigilancia de datos).
- La relación persona-datos: cuándo utilizar procesos automatizados frente a acciones humanas. ¿Quién toma la decisión?
- Los datos como algo persistente y potencialmente almacenable: Seguridad de los datos; vigilancia de los datos, oportunidades con los datos (meteorología, mapas, etc.); mis datos.
- Las herramientas de datos: cómo funcionan las herramientas no desde la perspectiva del usuario, sino del espectador - Publicidad dirigida. Identificación de la tergiversación de los datos.
- Cómo identificar, localizar y utilizar conjuntos de datos, datos públicos, bases de datos y API.
- Cuestionar los datos y su uso: cómo se monetizan los datos, con qué fines se recopilan... “los datos como el nuevo petróleo”.

En consecuencia, este elemento integra tres subelementos: (1) Conocimiento, (2) Conciencia y (3) Pensamiento crítico.

### *Actuar a partir de los datos*

Actuar sobre los datos se refiere explícitamente a las acciones que deben llevarse a cabo sobre los datos, como:

- Organizar los datos.
  - Sintetizar, visualizar y representar datos en diferentes formatos. “Traducir” los datos al lenguaje.
  - Aclarando: no se trata de realizar análisis propios, sino de transmitir información a través de datos a otras personas. Puede que uno mismo no realice necesariamente dichos análisis.
  - Identificar la tergiversación de los datos.
- Utilizar los datos para cambiar el propio comportamiento.
- Tomar conciencia del propio papel para actuar sobre los datos desde las diferentes perspectivas de un ciudadano (profesional, familiar, etc.).

- Procesamiento, protección y almacenamiento (gestión de datos personales), cómo trasladar datos de una aplicación a otra.
- Adaptarse a los nuevos escenarios modificando las propias elecciones y prácticas en función de las nuevas situaciones (configurar los aspectos de privacidad, revocar el acceso, solicitar el borrado de los propios datos...).
- Poner en práctica los derechos sobre los datos.
- Tomar decisiones con conocimiento de causa al interactuar con agentes que recopilan datos (por ejemplo, aplicaciones móviles, portales de Internet, empleadores...).
- Interactuar con las principales partes interesadas (por ejemplo, las agencias de protección de datos) según sea necesario para la resolución de determinadas situaciones.

En consecuencia, este elemento incluye tres subelementos que nos ayudan a definirlo: (1) Recopilación de datos, (2) Gestión de datos y (3) Puesta en común de artefactos de datos.

### *Comprometerse a través de los datos*

En este elemento, la ambición va más allá, hacia acciones que afectan a los individuos y al mundo. ¿Cómo nos comprometemos a través de los datos? (Individual (I) y Colectivo (C))

- Autorregular la propia huella de datos (I)
- Tomar decisiones propias basadas en la consideración crítica de datos (personales, profesionales...) (I)
- Comunicar el significado de los datos a las partes interesadas o a otros compañeros (C)
- Utilizar los datos como base o activismo para el compromiso con los datos (C)
- Aumentar la concienciación colectiva sobre los datos (C)
- Adaptación de datos (I y C)
- Participar en procesos de elaboración de políticas basados en datos (C)
- Comprender el equilibrio entre los beneficios individuales y sociales y los riesgos relacionados con la alfabetización en datos (I y C)

En consecuencia, este elemento se compone de cuatro subelementos: (1) Política y regulación, (2) Toma de decisiones, (3) Activismo de datos y (4) Defensa de los datos.

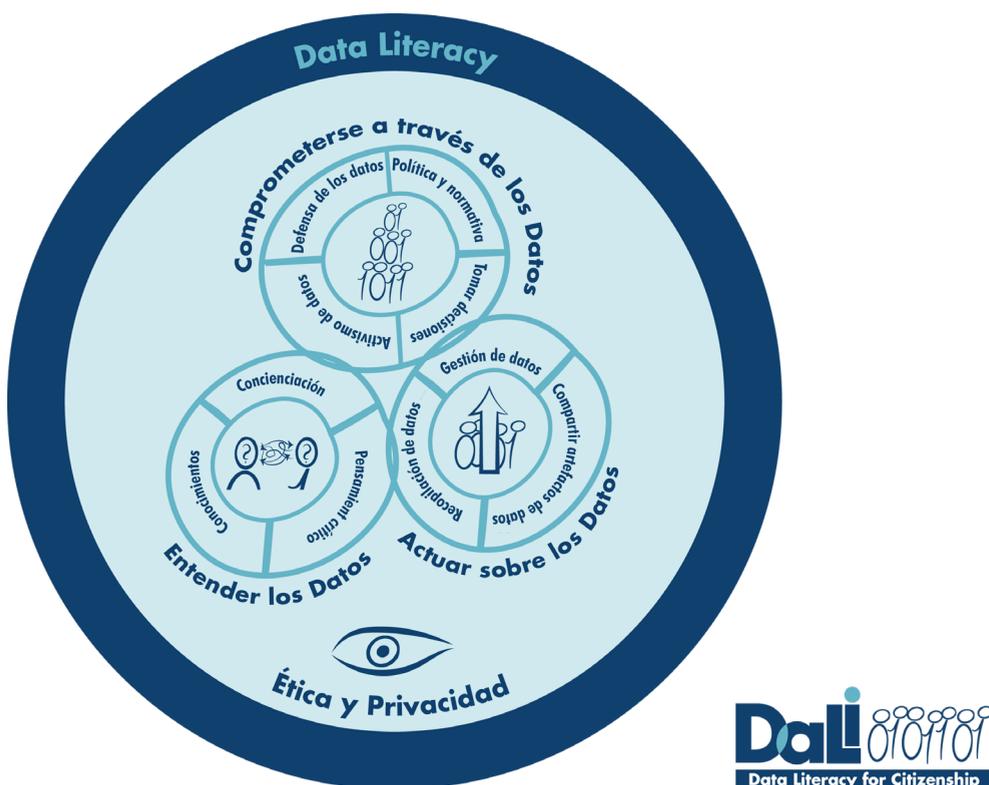
## Ética y privacidad

Llegados a este punto, hay que considerar el cuarto elemento, **Ética y Privacidad**, ya que estos conceptos están omnipresentes en los otros tres, como puede verse en la Figura 4.

La ética y la privacidad son la base para construir cualquier componente de este marco, y esta perspectiva ética debe subyacer a todas las competencias y niveles considerados. Algunos conceptos clave de la privacidad incluyen la relación entre la información personal y los datos, el derecho de las personas a controlar sus propios datos o las preocupaciones en materia de ciberseguridad. Además, los conceptos clave de la ética incluyen que algunas acciones sobre los datos pueden ser éticamente cuestionables, a pesar de ser legales, o los sesgos algorítmicos.

Por lo tanto, la ética y la privacidad deben tenerse en cuenta de forma transversal en los tres elementos principales del Marco DALI.

**Figura 4**  
Marco de alfabetización en datos DALI



## Indicadores y niveles del marco

Para hacer operativo este marco, y para reflejar otros marcos desarrollados en todo el mundo (por ejemplo, DigComp), hemos identificado qué indicadores conforman mejor los diferentes elementos y subelementos en niveles progresivos de pericia, desde el nivel A (el más básico) hasta el nivel C (el avanzado).

En la Tabla 2, podemos ver la correspondencia entre elementos, subelementos y niveles, con sus descripciones.

**Tabla 2**

*Indicadores y niveles del marco de alfabetización en datos DALI*

Elemento	Subelementos	Nivel A	Nivel B	Nivel C
Entender los datos	Conocimiento	Qué son los datos, cómo se crean.	¿Dónde puedo encontrar datos?	¿Qué puedo hacer con los datos? ¿Cómo puedo participar a través de los datos?
	Conciencia	Ser consciente - Conocer la existencia de los datos.	Conceptualización - Describir lo que representan los datos.	Comprender las implicaciones de los datos.
	Pensamiento crítico	Saber que los datos tienen un valor - Saber que los datos pueden utilizarse para múltiples fines.	Ser consciente de la forma y las razones por las que se utilizan sus datos.	Conocer las formas de influir en el uso de sus datos / utilizar los datos - Conocer la forma en que los datos pueden ser utilizados para fines colectivos.

Elemento	Subelementos	Nivel A	Nivel B	Nivel C
Actuar sobre los datos	Recogida de datos	Utilizar dispositivos/apps externos para recoger datos.	Buscar y recopilar datos activos de repositorios/ aplicaciones y portales de Internet.	Crear y almacenar datos propios (a partir de datos externos y propios, por ejemplo). Utilizar programas informáticos especializados para la recogida y el almacenamiento de datos (bases de datos).
	Gestión de datos	Creación, edición y almacenamiento de formatos de archivos sencillos como .txt o .xsl para insertar manualmente los datos.	Gestión de los datos recogidos en aplicaciones y portales de Internet.	Gestionar datos de diversas fuentes con software específico y ser capaz de realizar operaciones complejas con los datos (tablas dinámicas, etc.).
	Compartir artefactos de datos	Compartir y comunicar los conjuntos de datos que ya existen bajo consideraciones éticas.	Compartir los datos creados por uno mismo en diferentes formatos (imágenes, tablas) utilizando repositorios adecuados (abiertos o éticamente fuertes si es necesario).	Anonimizar y/o combinar conjuntos de datos (externos y de creación propia) y compartirlos en un repositorio abierto.

Elemento	Subelementos	Nivel A	Nivel B	Nivel C
Comprometerse a través de los datos	Política y normativa	Entender cómo la sociedad determina el uso de los datos/ influye en la elaboración de políticas.	Aplicar las políticas y normativas a la actividad de datos propia.	Opinar sobre la política.
	Tomar la decisión	Comprender la acción civil / el potencial individual para utilizar los datos.	Participar en la acción civil / utilizar los datos para tomar decisiones individuales.	Tomar decisiones reales / Dirigir la acción civil.
	Activismo de datos	Participar - Entender los movimientos de activismo de datos y cómo éstos pueden cambiar el uso de esos datos que hacen los interesados.	Participar, firmar o aprobar iniciativas de activismo de datos iniciadas por otros.	Incidir en la sociedad - Participar, organizar o liderar iniciativas de activismo de datos.
	Defensa de los datos	Comprender su influencia sobre los compañeros o las partes interesadas para ayudarles a entender el potencial y las aplicaciones de los datos.	Concienciación colectiva sobre el uso de los datos.	Abogar activamente porque los compañeros y las partes interesadas promuevan un cambio en el uso de los datos que hacen.

## LIMITACIONES

Hay dos limitaciones contextuales clave en este estudio. En primer lugar, los participantes en el estudio Delphi eran personal universitario europeo, principalmente representantes de países Occidentales, Educados, Industrializados, Ricos y Democráticos (*WEIRD countries: Western, Educated, Industrialized, Rich, and Democratic*) (Henrich et al., 2010) Educated, Industrialized, Rich, and Democratic (WEIRD. Aunque se hicieron esfuerzos por incluir diversos orígenes

académicos, todas las características de las personas expertas seguían siendo en gran medida comunes a estos contextos del norte global. En segundo lugar, la temática del marco está estrechamente ligada al desarrollo tecnológico actual de estos países.

Las referencias proporcionadas por los panelistas durante la recopilación de datos muestran una clara tendencia de lectura y citación en un solo idioma y tipo de publicación (Macgilchrist et al., 2022); así es más que notable la ausencia de publicaciones de revistas especializadas en alfabetización y de publicaciones en idiomas distintos del inglés, lo que se traduce en una influencia digamos que “limitada” de los discursos menos dominantes.

Estas limitaciones subrayan que el marco no es de aplicación universal. Sin embargo, se propone como punto de partida para su adaptación y validación dentro del proyecto y a través de esfuerzos de investigación externos. La validación debería abarcar diversos contextos para garantizar la eficacia y la promoción de la agencia de las personas, tal y como la definen Jääskelä et al. (2017), influida por las singularidades contextuales.

Repensar y reformular el marco en nuevos contextos pretende aumentar la relevancia e incorporar diversas perspectivas académicas. Además, el marco está diseñado para adaptarse a los continuos cambios técnicos, sociales y organizativos, por lo que requiere una aplicación periódica. Su aplicación contribuye a una actualización continua, al igual que otras propuestas de marcos internacionales (Kluzer y Priego, 2018). El marco DALI se concibe como un resultado flexible y adaptable del proyecto, con el objetivo de ser útil a largo plazo.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Derivado del método Delphi aplicado en este trabajo, desarrollamos un marco para la AD coherente con el grupo objetivo del proyecto DALI (es decir, las personas adultas). Tomando como referencia otros marcos reconocidos en el ámbito de la alfabetización digital, diseñamos el marco DALI de alfabetización en datos para que estuviera en consonancia con los marcos digitales ya existentes y los complementara, ampliando la noción de alfabetización en datos –como competencia específica que debe incluirse– y considerando las necesidades de la ciudadanía adulta a este respecto. Esto se observa especialmente en el trabajo y los resultados de la segunda ronda, en la que se consideraron diferentes áreas DigComp para integrar aspectos de la AD.

El marco de alfabetización en datos de la DALI incluye tanto una definición como una descripción de cuatro elementos, de los cuales tres están estructurados en subelementos con niveles de desempeño, y el cuarto tiene subelementos incrustados en todo el modelo. La definición de alfabetización en datos del DALI está en consonancia con las primeras definiciones recogidas por Wolff et al. (2016) en el sentido de que aspira a ayudar a fundamentar las decisiones y apoyar la resolución de problemas, y con un enfoque granular al incluir el diverso subconjunto de

destrezas y habilidades que abarca el concepto. Además, está en consonancia con las definiciones recientes, que integran la idea de la alfabetización en datos para la justicia social. Este enfoque subyacente en la definición del DALI se apoya en la perspectiva del ciudadano global incluida bajo el término “ciudadanía”, que va más allá de la idea del ciudadano activo en contextos locales y asume el activismo global por el bien común (Chowdhury et al., 2019; Sutton, 2008).

En cuanto a los cuatro elementos, existe una clara relación progresiva entre los tres elementos principales. El primer elemento, *Entender los datos*, abarca el nivel conceptual del marco e incluye dos subelementos declarativos relacionados principalmente con conocer la definición y ser consciente de su existencia e implicaciones prácticas. El tercer subelemento surge como el enfoque único de la AD para la ciudadanía. Aborda el enfoque crítico a través del cual la ciudadanía alfabetizada en datos puede pensar de forma crítica sobre las implicaciones de los datos para las personas. Es posible que muchas personas ya conozcan algunos de los conceptos centrales de este elemento, como la existencia y el valor de los datos en el mercado económico actual, pero se centra en los requisitos para que desarrollen una nueva cognición en relación con el pensamiento sobre los datos y para que comprendan el papel de los datos en el mundo. Mientras que este elemento está alineado con el de “Comprensión e interpretación de datos” del marco de Learn2analyze, en el marco DALI, este elemento pasa al pensamiento crítico. También cabe destacar que, dentro de la comprensión de datos, se encuentra el subelemento de visualización de datos, que se ha destacado como problemático en el nivel educativo obligatorio y, al mismo tiempo, una habilidad esencial para una ciudadanía informada (Shreiner y Dykes, 2021).

El segundo elemento, *Actuar sobre los datos*, implica acciones de nivel superior sobre los datos, como recopilarlos, gestionarlos, analizarlos y compartirlos. Se centra en las acciones que las personas pueden realizar sobre los datos y que requieren distintos niveles de competencia, que van desde habilidades muy sencillas, como la gestión de archivos de texto plano o Excel mediante la introducción manual de datos, hasta complejos procesos de gestión de datos que utilizan bases de datos.

A este respecto, los datos de Eurostat sobre el nivel de conocimientos informáticos de las personas (2021) muestran que el 57 % de la ciudadanía de la UE (27 países) ha copiado o movido archivos entre carpetas, dispositivos o en la nube, y el 58 % ha utilizado software de tratamiento de textos en los últimos tres meses (otros datos valiosos: la creación de archivos que integran diferentes elementos 38 %; utilizado software de hojas de cálculo 38 %; utilizado funciones avanzadas de software de hojas de cálculo u organizar, analizar y estructurar datos 21 %) (Encuesta de la UE sobre el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los hogares y por los individuos, encuesta anual)<sup>2</sup>. Esto significa que la mayoría de las personas europeas tienen conocimientos básicos sobre la recopilación, la gestión y el intercambio de datos simples, incluidos los archivos txt, xlsx o PDF, ya que estos conocimientos suelen ser necesarios como parte de las competencias

digitales esenciales para realizar muchos trabajos o estudios. Sin embargo, algunos otros niveles, como la gestión de bases de datos o las tablas dinámicas, sólo están al alcance de profesionales específicos, como administradores de bases de datos o analistas de datos. En este sentido, sólo aquellos ciudadanos que carezcan de una formación profesional necesitan avanzar a través de los niveles de competencia en este elemento.

El tercer elemento, *Comprometerse a través de los datos*, implica una profunda comprensión conceptual de los datos, así como el conocimiento de las acciones que pueden realizarse con los datos para permitir la toma de decisiones basadas en los datos, el activismo y la defensa de los datos, así como la comprensión de las políticas y la regulación relacionadas con los datos. En este sentido, el marco se alinea conceptualmente con la visión de la ciudadanía, que se centra en el papel de los ciudadanos para participar en las responsabilidades sociales y comprometerse con los problemas locales, nacionales y mundiales (Chowdhury et al., 2019; Sutton, 2008). Además, el activismo que sustenta el cambio social está estrechamente relacionado con las implicaciones transformadoras de la alfabetización digital (Martin y Grudziecki, 2006). Por lo tanto, este elemento implica desarrollar procesos cognitivos de nivel superior y comprender la interacción entre los datos y la sociedad -incluidos nosotros mismos como miembros de la comunidad-. Estas competencias van desde las decisiones sencillas del día a día, como optimizar la selección de los datos que se permitirán compartir tras empezar a utilizar una nueva aplicación móvil (véase, por ejemplo, el kit de desintoxicación de datos<sup>3</sup>), hasta esfuerzos más colectivos, como utilizar X (el antiguo Twitter) o plataformas de peticiones para abogar por políticas de regulación más restrictivas sobre el seguimiento de la geolocalización o la publicidad dirigida. En este caso, los ciudadanos necesitan aprender cómo pueden apoyar los esfuerzos para proteger el interés público participando en acciones colectivas compartiendo o firmando peticiones relacionadas con los datos (por ejemplo, las de [Change.org](#)) o tomando parte en acciones y proyectos de activistas (por ejemplo, Xnet<sup>4</sup>). Esto depende de la comprensión de los problemas subyacentes relacionados con los datos que aborda el primer elemento del marco.

Finalmente, el último elemento y transversal, *Ética y privacidad*, aborda aspectos que están inherentemente presentes en todos los demás elementos debido a la sociedad datificada en la que vivimos. A diferencia de otros marcos, como Learn2analyze, donde la “Ética de los datos” se considera un elemento en sí mismo, desde el punto de vista de las personas participantes en el panel del marco DALI, la ética y la privacidad están intrínsecamente presentes en todas las acciones y, por consiguiente, en todos los elementos, que llevamos a cabo con los datos. Por lo tanto, este elemento implica que la ciudadanía debe ser consciente de las implicaciones éticas y de privacidad de los datos. En el nivel más básico, la ciudadanía de la UE tiene cierta conciencia de las cuestiones relacionadas con la privacidad; por ejemplo, según Eurostat<sup>5</sup>, el 72 % de la población (de los 27 países) sabe que las cookies pueden utilizarse para controlar el comportamiento de los internautas. Sin embargo,

tienen un conocimiento más limitado de cómo los datos que se recogen de ellos son utilizados por terceros o de lo que pueden hacer para evitar que eso ocurra. Las investigaciones han afirmado que sólo una pequeña parte de las personas adultas jóvenes han desarrollado habilidades para gestionar sus datos en línea cargando datos positivos sobre sí mismos y, al mismo tiempo, dedicando tiempo a gestionar los datos cargados por otros (Lorenz y Kikkas, 2014). Del mismo modo, la mayoría de los ciudadanos verían que robar datos sería éticamente incorrecto. Aun así, aspectos éticos como los sesgos algorítmicos debidos a discriminaciones históricas y sociales de minorías son complejos de entender sin los conocimientos técnicos adecuados. Por lo tanto, estos aspectos del elemento *Ética y privacidad* también están muy influidos por los niveles de conocimiento de los demás elementos.

Con este telón de fondo, el marco que aquí se presenta es el resultado de un proceso participativo y colaborativo de investigación y creación, que se utiliza actualmente para desarrollar materiales de aprendizaje e innovación curricular (Villatoro y de Benito, 2021). Entendemos que la operacionalización de este marco puede dar lugar a un planteamiento educativo más realista, en la medida en que los indicadores pueden conducir a objetivos de aprendizaje claros, que ayuden a la definición y desarrollo de estrategias didácticas para su desarrollo. La innovación en la educación no es un proceso fácil (Fullan, 2007), aunque los desarrollos de arriba abajo no han tenido éxito, los desarrollos realizados por personas expertas y profesionales sobre el terreno han mejorado las posibilidades de asimilación de la innovación.

Dado que la alfabetización digital se ha descrito como un campo dinámico y en constante evolución (Pérez-Escoda et al., 2019), cabe esperar lo mismo en lo que respecta a la alfabetización en datos, que requiere simultáneamente propuestas marco que sean flexibles para integrar dichos cambios.

Como ya se ha señalado, la técnica Delphi a través de la cual las personas participantes han llegado a un consenso para el marco DALI, se alinea con los procesos de cocreación y codiseño que inspiran todo el desarrollo del proyecto DALI. Al igual que la técnica Delphi, estos procesos de colaboración permiten el trabajo conjunto sin importar “zonas horarias, espacios, disciplinas y culturas” (El-Jarn y Southern, 2020, p. 192), lo que puede aumentar las posibilidades de éxito del producto. Preveamos que el marco DALI sea un producto de éxito de nuestro proyecto, que pueda aplicarse y adaptarse en distintos entornos culturales, enriqueciéndose en diversos contextos epistémicos e internacionales, y que sea valioso para diseñar experiencias pedagógicas que puedan ser relevantes en el futuro y nos ayude a superar las diferencias transculturales (Vespestad y Smørvik, 2020).

Desde que Gilster acuñó el término alfabetización digital en 1997, ha evolucionado drásticamente hasta convertirse en un concepto complejo que va más allá de las habilidades técnicas (Marín y Castañeda, 2022; Meyers et al., 2013). La reciente aparición de la alfabetización en datos entre la amplia gama de alfabetizaciones digitales constituye un nuevo punto de referencia en este campo. Algunos aspectos

nos permiten sugerir que el marco DALI es un esfuerzo y una contribución valiosos para el desarrollo de la AD. En primer lugar, en cuanto a su estructura, se trata de un modelo que equilibra una visión global y analítica de la AD mediante la descripción de un número relativamente limitado de subelementos cuya coherencia queda garantizada al estar agrupados en elementos que funcionan de forma complementaria y transversal. En segundo lugar, su visión holística se debe al grupo destinatario (personas adultas) para el que está concebido y supera otras descripciones un tanto profesionales o técnicas. En tercer lugar, el enfoque ético, junto con el elemento de activismo de datos, permite superar los enfoques individuales y conduce el marco a una visión de las alfabetizaciones en datos para el activismo político e ideológico y el compromiso por el bien de los colectivos.

La adaptabilidad del marco DALI permite modificaciones y la inclusión de nuevos elementos, lo que lo hace adecuado para diversas subpoblaciones de la sociedad. Su fuerza metodológica procede del consenso alcanzado a través de debates interdisciplinarios entre personas expertas en educación y tecnología educativa. A diferencia de los marcos basados únicamente en revisiones bibliográficas, nuestro trabajo combina las opiniones de personas expertas con la bibliografía existente, lo que da como resultado un marco más coherente desde el punto de vista ideológico.

Además, el marco puede tener múltiples aplicaciones, por ejemplo, para ayudar a dar forma a las competencias en datos necesarias para la sociedad, como marco de apoyo para desarrollar el currículo de cursos formales, o para perfilar las competencias relacionadas con los datos requeridas para diferentes roles profesionales, por ejemplo, el profesorado, que deben desarrollar estrategias de datos al tiempo que mantienen prácticas educativas participativas (Kippers et al., 2018; Stewart, 2023). El marco DALI no sólo es flexible y ampliable, sino que también tiene una importancia significativa en la formación del profesorado y en la creación de actividades aplicables a la enseñanza. El profesorado desempeña un papel crucial en la formación de la ciudadanía a través de metodologías críticas en sus respectivas disciplinas, y la universidad tiene una responsabilidad fundamental en el fomento de una ciudadanía consciente. Esperamos que nuestro marco DALI, junto con su metodología, inspire a otros colectivos a participar en procesos dialógicos y a reflexionar sobre marcos que contribuyan a una comprensión más profunda del mundo (Atenas et al., 2023; Markham, 2020).

La temática del marco está influida por los contextos tecnológicos y sociales actuales, lo que lo hace intrínsecamente cambiante. Es necesario adaptarlo a las limitaciones y realidades específicas de la aplicación, ya que el marco no es de aplicación universal. Las actualizaciones periódicas son esenciales para adaptarse a la evolución de los cambios tecnológicos y sociales. La exploración del marco en contextos locales y su adaptación a diferentes subpoblaciones presentan fructíferas vías para futuras investigaciones. Se necesitan más estudios de investigación para validar el contenido del marco, sus elementos y sus relaciones. Los estudios de casos dentro del proyecto confirmarán su adecuación a fines específicos y contribuirán a

su mejora continua. Es necesario adaptar el marco a las necesidades cambiantes de datos a lo largo del tiempo (Markham, 2020; Sander, 2020). La flexibilidad y escalabilidad del marco permitirán futuros perfeccionamientos. La inclusión de perspectivas más allá del consorcio del proyecto y de países de fuera de Europa perfeccionaría aún más el marco.

Este documento presenta el marco DALI inicial, que es un artefacto en evolución que refleja la evolución tecnológica y de los datos.

En la actualidad el proyecto DALI está explorando el uso de este marco como base fundamental para el codiseño de los juegos DALI y la preparación de acciones de formación de acuerdo con los elementos y subelementos que se incluyen en el mismo. En futuros trabajos se estudiará cómo puede variar el marco en función del grupo destinatario y de los distintos niveles. Por último, podría ser muy prometedor desarrollar instrumentos que proporcionen pruebas de las habilidades de AD, tanto a partir de encuestas de autopercepción como de otras pruebas de rendimiento.

## Agradecimientos

El equipo de autoría extiende su más sincero agradecimiento a todas las personas que forman parte del consorcio DALI por sus inestimables contribuciones al desarrollo del marco. Esta investigación ha contado con el apoyo del Proyecto DALI “Alfabetización en datos para la ciudadanía”, una Asociación Estratégica ERASMUS+ (KA204-076492) financiada por la Unión Europea. Daniel Villar-Onrubia agradece el apoyo de la ayuda “María Zambrano” (RD 289/2021), financiada por la Unión Europea - Programa Next GenerationEU. Victoria I. Marín agradece el apoyo de la ayuda RYC2019-028398-I financiada por MCIN/AEI/ 10.13039/501100011033 y FSE “El FSE invierte en tu futuro”.

## NOTAS

1. <https://dalicitizens.eu/>
2. Fuente: Eurostat, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc\\_sk\\_cskl\\_i21/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_sk_cskl_i21/default/table?lang=en), last data update 30/03/2022
3. <https://www.datadetoxkit.org/en/home>
4. <https://xnet-x.net/en/>
5. Fuente: Eurostat, [https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc\\_cisci\\_prv20/default/table?lang=en](https://ec.europa.eu/eurostat/databrowser/view/isoc_cisci_prv20/default/table?lang=en), last update 30/03/2022

## REFERENCIAS

- Arnab, S., Clarke, S. y Morini, L. (2019). Co-Creativity through Play and Game Design Thinking. *Electronic Journal of E-Learning*, 17(3), Article 3. <https://doi.org/10.34190/JEL.17.3.002>

- Atenas, J., Havemann, L. y Timmermann, C. (2020). Critical literacies for a datafied society: Academic development and curriculum design in higher education. *Research in Learning Technology*, 28. <https://doi.org/10.25304/rlt.v28.2468>
- Atenas, J., Havemann, L. y Timmermann, C. (2023). Reframing data ethics in research methods education: A pathway to critical data literacy. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00380-y>
- Australian Bureau of Statistics. (2022). *Statistical Language—What are Data?* Australian Bureau of Statistics. <https://www.abs.gov.au/websitedbs/D3310114.nsf/Home/Statistical+Language+-+what+are+data>
- Becuwe, H., Roblin, N. P., Tondeur, J., Thys, J., Castelein, E. y Voogt, J. (2017). Conditions for the successful implementation of teacher educator design teams for ICT integration: A Delphi study. *Australasian Journal of Educational Technology*, 33(2), 159-172. <https://doi.org/10.14742/ajet.2789>
- Bloom, P. (2019). *Monitored: Business and Surveillance in a Time of Big Data*. Pluto Press.
- Bond, M., Bedenlier, S., Marín, V. I. y Händel, M. (2021). Emergency remote teaching in higher education: Mapping the first global online semester. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 18(1), 50. <https://doi.org/10.1186/s41239-021-00282-x>
- Cabero, J. (2013). University teacher training in ICT: application of Delphi method for the selection of training content. *Educación XX1*, 17(1), 111-131. Scopus. <https://doi.org/10.5944/educxx1.17.1.10707>
- Caena, F. y Redecker, C. (2019). Aligning teacher competence frameworks to 21st century challenges: The case for the European Digital Competence Framework for Educators (Digcompedu). *European Journal of Education*, 54(3), 356-369. <https://doi.org/10.1111/ejed.12345>
- Calzada-Prado, J. y Marzal, M. A. (2013). Incorporating Data Literacy into Information Literacy Programs: Core Competencies and Contents. *Libri*, 63(2), 123-134. <https://doi.org/10.1515/libri-2013-0010>
- Carretero Gomez, S., Vuorikari, R. y Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens with eight proficiency levels and examples of use* (Scientific Analysis or Review, Technical Guidance KJ-NA-28558-EN-N (online), KJ-NA-28558-EN-C (print), KJ-NA-28558-EN-E (ePub)). Publications Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/38842>
- Chen, Y. (2019). Exploring Design Guidelines of Using User-Centered Design in Gamification Development: A Delphi Study. *International Journal of Human-Computer Interaction*, 35(13), 1170-1181. <https://doi.org/10.1080/10447318.2018.1514823>
- Chowdhury, T., Holbrook, J. y Rannikmäe, M. (2019). Teachers' Ownership Towards Using Socio-Scientific Issues for an Active Informed Citizenry. *EDULEARN19 Proceedings*, 3834-3840. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.0989>
- Cohen, J. E. (2019). *Between Truth and Power: The Legal Constructions of Informational Capitalism*. Oxford University Press. <https://doi.org/10.1093/oso/9780190246693.001.0001>
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2017). *Research Methods in Education* (Edición: 8). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781315456539>
- Dalkey, N. y Helmer, O. (1963). An Experimental Application of the DELPHI Method to the Use of Experts. *Management Science*, 9(3), 458-467. <https://doi.org/10.1287/mnsc.9.3.458>

- El-Jarn, H. y Southern, G. (2020). Can co-creation in extended reality technologies facilitate the design process? *Journal of Work-Applied Management*, 12(2), 191-205. <https://doi.org/10.1108/JWAM-04-2020-0022>
- European Union. (2018). *Key Competences for Lifelong Learning* (p. 104) [Proposal for a Council Recommendation]. European Commission.
- Fake, H. y Dabbagh, N. (2021). The Personalized Learning Interaction Framework: Expert Perspectives on How to Apply Dimensions of Personalized Learning to Workforce Training and Development Programs. *Ninth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'21)*, 501-509. <https://doi.org/10.1145/3486011.3486503>
- Fefer, J. P., De-Urioste Stone, S., Daigle, J. y Silka, L. (2016). Using the Delphi Technique to Identify Key Elements for Effective and Sustainable Visitor Use Planning Frameworks. *SAGE Open*, 6(2), 2158244016643141. <https://doi.org/10.1177/2158244016643141>
- Fullan, M. (2007). *The new meaning of educational change*. Teachers College Press.
- Guàrdia, L., Romero, M. y Raffaghelli, J. E. (2022). Desarrollo Profesional Docente más allá de la pandemia: Un estudio Delphi sobre el potencial del concepto de ecologías de aprendizaje. *Educación*, 31(60), Article 60. <https://doi.org/10.18800/educacion.202201.004>
- Henrich, J., Heine, S. J. y Norenzayan, A. (2010). The weirdest people in the world? *Behavioral and Brain Sciences*, 33(2-3), 61-83. <https://doi.org/10.1017/S0140525X0999152X>
- Jääskelä, P., Poikkeus, A.-M., Vasalampi, K., Valleala, U. M. y Rasku-Puttonen, H. (2017). Assessing agency of university students: Validation of the AUS Scale. *Studies in Higher Education*, 42(11), 2061-2079. <https://doi.org/10.1080/03075079.2015.1130693>
- Jandrić, P., MacKenzie, A. y Knox, J. (2022). Postdigital Research: Genealogies, Challenges, and Future Perspectives. *Postdigital Science and Education*. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-97262-2>
- Kippers, W. B., Poortman, C. L., Schildkamp, K. y Visscher, A. J. (2018). Data literacy: What do educators learn and struggle with during a data use intervention? *Studies in Educational Evaluation*, 56, 21-31. <https://doi.org/10.1016/j.stueduc.2017.11.001>
- Kluzer, S. y Priego, L. P. (2018). *DigComp into action: Get inspired, make it happen. A user guide to the European Digital Competence Framework (JRC110624)*. Joint Research Centre (Seville site). <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC110624>
- Linstone, H. A. y Turoff, M. (1975). *Delphi Method: Techniques and Applications*. Addison-Wesley Educational Publishers Inc.
- Lorenz, B. y Kikkas, K. (2014). If I Do Not Like Your Online Profile I Will Not Hire You! In P. Zaphiris & A. Ioannou (Eds.), *Learning and Collaboration Technologies. Technology-Rich Environments for Learning and Collaboration* (pp. 429-439). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-07485-6\\_42](https://doi.org/10.1007/978-3-319-07485-6_42)
- Louie, J., Stiles, J., Fagan, E., Chance, B. y Roy, S. (2022). Building toward Critical Data Literacy with Investigations of Income Inequality. *Educational Technology & Society*, 25(4), 142-163. <https://www.jstor.org/stable/48695987>
- Macgilchrist, F., Potter, J. y Williamson, B. (2022). Reading internationally: If citing is a political practice, who are we reading and who are we citing? *Learning, Media and Technology*, 47(4), 407-412. <https://doi.org/10.1080/17513758.2022.2088888>

- [doi.org/10.1080/17439884.2022.2140673](https://doi.org/10.1080/17439884.2022.2140673)
- Marin, V. I. y Castañeda, L. (2022). Developing digital literacy for teaching and learning. En *Handbook of Open, Distance and Digital Education* (pp.1-20). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-981-19-0351-9\\_64-1](https://doi.org/10.1007/978-981-19-0351-9_64-1)
- Markham, A. N. (2020). Taking Data Literacy to the Streets: Critical Pedagogy in the Public Sphere. *Qualitative Inquiry*, 26(2), 227-237. <https://doi.org/10.1177/1077800419859024>
- Markham, A. N. y Pereira, G. (2019). Analyzing public interventions through the lens of experimentalism: The case of the Museum of Random Memory. *Digital Creativity*, 30(4), 235-256. <https://doi.org/10.1080/14626268.2019.1688838>
- Martin, A. y Grudziecki, J. (2006). DigEuLit: Concepts and Tools for Digital Literacy Development. *Innovation in Teaching and Learning in Information and Computer Sciences*, 5(4), 249-267. <https://doi.org/10.1120/ital.2006.05040249>
- McNaught, C. y Lam, P. (2010). Using Wordle as a Supplementary Research Tool. *The Qualitative Report*, 15(3), 630-643. <https://doi.org/10.46743/2160-3715/2010.1167>
- Meyers, E. M., Erickson, I. y Small, R. V. (2013). Digital literacy and informal learning environments: An introduction. *Learning, Media and Technology*, 38(4), 355-367. <https://doi.org/10.1080/17439884.2013.783597>
- Nguyen, D. (2021). Mediatisation and datafication in the global COVID-19 pandemic: On the urgency of data literacy. *Media International Australia*, 178(1), 210-214. <https://doi.org/10.1177/1329878X20947563>
- Okoli, C. y Pawlowski, S. D. (2004). The Delphi method as a research tool: An example, design considerations and applications. *Information & Management*, 42(1), 15-29. <https://doi.org/10.1016/j.im.2003.11.002>
- Pangrazio, L. y Selwyn, N. (2019). 'Personal data literacies': A critical literacies approach to enhancing understandings of personal digital data. *New Media & Society*, 21(2), 419-437. <https://doi.org/10.1177/1461444818799523>
- Pérez-Escoda, A., García-Ruiz, R. y Aguaded, I. (2019). Dimensions of digital literacy based on five models of development. *Cultura y Educacion*, 31(2), 232-266. Scopus. <https://doi.org/10.1080/11356405.2019.1603274>
- Raffaghelli, J. E. (2019). Developing A Framework For Educators' Data Literacy In The European Context: Proposal, Implications And Debate. *EDULEARN19 Proceedings*, 10520-10530. <https://doi.org/10.21125/edulearn.2019.2655>
- Raffaghelli, J. E. y Stewart, B. (2020). Centering complexity in 'educators' data literacy' to support future practices in faculty development: A systematic review of the literature. *Teaching in Higher Education*, 25(4), 435-455. <https://doi.org/10.1080/13562517.2019.1696301>
- Salkind, N. J. (2010). *Encyclopedia of Research Design*. Sage Publications Sage CA: Thousand Oaks, CA. <https://doi.org/10.4135/9781412961288>
- Sander, I. (2020). What is critical big data literacy and how can it be implemented? *Internet Policy Review*, 9(2). <https://doi.org/10.14763/2020.2.1479>
- Seo, E., Ryu, J. y Hwang, S. (2020). Building key competencies into an environmental education curriculum using a modified Delphi approach in South Korea. *Environmental Education Research*, 26(6), 890-914. <https://doi.org/10.1080/13504622.2020.1733493>
- Shreiner, T. L. y Dykes, B. M. (2021). Visualizing the teaching of data visualizations in social studies: A study of teachers' data literacy practices, beliefs, and knowledge. *Theory & Research*

- in *Social Education*, 49(2), 262-306. <https://doi.org/10.1080/00933104.2020.1850382>
- Stewart, B. E. (2023). The problem of the web: Can we prioritize both participatory practices and privacy? *Contemporary Educational Technology*, 15(1), ep402. <https://doi.org/10.30935/cedtech/12668>
- Sutton, M. (2008). Knowledge citizenship for active informed citizenship. *South African Journal of Information Management*, 10(4), 5. <https://doi.org/10.4102/sajim.v10i4.335>
- Taffel, S. (2016). Perspectives on the postdigital: Beyond rhetorics of progress and novelty. *Convergence*, 22(3), 324-338. <https://doi.org/10.1177/1354856514567827>
- Vespestad, M. K. y Smørvik, K. K. (2020). Co-Creation as a Tool to Overcome Cross-Cultural Differences in Educational Experiences? *Journal of Hospitality & Tourism Education*, 32(3), 156-166. <https://doi.org/10.1080/10963758.2019.1685391>
- Villatoro, S. y de Benito, B. (2021). An Approach to Co-Design and Self-Regulated Learning in Technological Environments. Systematic Review. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 10(2), Article 2. <https://doi.org/10.7821/naer.2021.7.646>
- Westheimer, J. y Kahne, J. (2004). What Kind of Citizen? The Politics of Educating for Democracy. *American Educational Research Journal*, 41(2), 237-269. <https://doi.org/10.3102/00028312041002237>
- Whitton, N. (2018). Playful learning: Tools, techniques, and tactics. *Research in Learning Technology*, 26(0). <https://doi.org/10.25304/rlt.v26.2035>
- Wolff, A., Gooch, D., Cavero Montaner, J. J., Rashid, U. y Kortuem, G. (2016). Creating an Understanding of Data Literacy for a Data-driven Society. *The Journal of Community Informatics*, 12(3), 9-26. <https://doi.org/10.15353/joci.v12i3.3275>
- Yates, S. J., Carmi, E., Lockley, E., Wessels, B. y Pawluczuk, A. (2021). *Me and my Big Data: Understanding Citizens Data Literacies Research Report* (p. 108) [Research Report]. University of Liverpool. <https://www.liverpool.ac.uk/media/livacuk/humanitiesampsocialsciences/meandmybigdata/Understanding,Citizens,Data,Literacies,Research,,Report,Final.pdf>
- Zuboff, S. (2019). *The Age of Surveillance Capitalism. The Fight for a Human Future at the New Frontier of Power*. PublicAffairs.

## ANEXOS

### Anexo 1

#### Referencias clave presentadas por los ponentes

	Referencia	Veces incluida
1	Calzada-Prado, J. y Marzal, M. A. (2013). Incorporating Data Literacy into Information Literacy Programs: Core Competencies and Contents. <i>Libri</i> , 63(2), 123-134.	3
2	Pangrazio, L. y Selwyn, N. (2019). 'Personal data literacies': A critical literacies approach to enhancing understandings of personal digital data. <i>New Media y Society</i> , 21(2), 419-437.	3
3	Raffaghelli, J. E. (2019). Developing a framework for educators' data literacy in the European context: Proposal, implications and debate. En International Conference on Education and New Learning Technologies EDULEARN (pp. 10520-10530).	3
4	Carmi, E., Yates, S. J., Lockley, E. y Pawluczuk, A. (2020). Data citizenship: Rethinking data literacy in the age of disinformation, misinformation, and malinformation. <i>Internet Policy Review</i> , 9(2), 1-22. ¶	2
5	Maybee, C. and Zilinski, L. (2015). Data informed learning: A next phase data literacy framework for higher education, <i>Proc. Assoc. Inf. Technol.</i> , vol. 52, no. 1, pp. 1-4.	2
6	Wolff, A., Gooch, D., Cavero Montaner, J. J., Rashid, U. y Kortuem, G. (2016). Creating an Understanding of Data Literacy for a Data-driven Society. <i>The Journal of Community Informatics</i> , 12(3), 9-26.	2
7	Bhargava, R., Deahl, E., Letouzé, E., Noonan, A., Sangokoya, D. y Shoup, N. (2015). Beyond data literacy: Reinventing community engagement and empowerment in the age of data.	1
8	Carmi, E. y Yates, S. J. (2020). What do digital inclusion and data literacy mean today?, 9(2), 1-14.	1
9	Gummer, E. y Mandinach, E. (2015). Building a conceptual framework for data literacy. <i>Teachers College Record</i> , 117(4), n4.	1
10	Mandinach, E. (2012). A Perfect Time for Data Use: Using Data-Driven Decision Making to Inform Practice. <i>Educational Psychologist</i> , 47(2), 71-85.	1
11	Markham, A. N. (2020). Taking Data Literacy to the Streets: Critical Pedagogy in the Public Sphere. <i>Qualitative Inquiry</i> 26 (2): 227-37.	1

	Referencia	Veces incluida
12	Ndukwe, I. G. y Daniel, B. K. (2020). Teaching analytics, value and tools for teacher data literacy: A systematic and tripartite approach. <i>International Journal of Educational Technology in Higher Education</i> , 17(1), 1-31.	1
13	Raffaghelli, J. E. (2020). Is Data Literacy a Catalyst of Social Justice? A Response from Nine Data Literacy Initiatives in Higher Education. <i>Education Sciences</i> , 10(9), 233.	1
14	Raffaghelli, J. E. y Stewart, B. (2020). Centering complexity in 'educators' data literacy' to support future practices in faculty development: a systematic review of the literature. <i>Teaching in Higher Education</i> , 25(4), 435-455.	1
15	Ridsdale, C., Bliemel, M. y Rothwell, J. (2016). Data Literacy: A Multidisciplinary Synthesis of the Literature Data Literacy: A Multidisciplinary Synthesis of the Literature. (For Data Literacy Competences)	1
16	Schüller, K. (2020). Future Skills: A Framework for Data Literacy. Competence Framework and Research Report. Working Paper No. 53. Hochschulforum für Digitalisierung.	1
17	Schüller, K., Busch, P. (2019). Data Literacy: Ein Systematic Review zu Begriffsdefinition, Kompetenzrahmen und Testinstrumenten. Arbeitspapier Nr. 46. Berlin: Hochschulforum Digitalisierung. DOI: 10.5281/zenodo.3484583	1
18	Wasson, B. y Hansen, C. (2016). Data Literacy and Use for Teaching. En P. Reimann, S. Bull, R. Lukin, B. Wasson (Eds.) <i>Measuring and visualising competence development in the information-rich classroom</i> , 56-74. New York: Routledge.	1
19	Williamson, B., Bayne, S. y Shay, S. (2020). The datafication of teaching in Higher Education: critical issues and perspectives.	1

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 28 de julio de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 7 de agosto de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 14 de agosto de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024

# Conceptos claves para la calidad de la educación superior online

## Key concepts for quality in online higher education



- ✉ Paloma Sepúlveda-Parrini - *Universitat Autònoma de Barcelona (España)*
- ✉ Pilar Pineda-Herrero - *Universitat Autònoma de Barcelona (España)*
- ✉ Paloma Valdivia-Vizarreta - *Universitat Autònoma de Barcelona (España)*

### RESUMEN

Este estudio tiene por objetivo conceptualizar la calidad de educación superior *online* (ESOL) desde el punto de vista de diferentes agentes partícipes de la modalidad. Para ello, pedimos a estudiantes ( $n=3,152$ ), docentes ( $n=727$ ) e informantes ( $n=50$ ) de 18 instituciones de educación superior (IES) en Chile con carreras de grado en modalidad online, que señalaran los conceptos que asocian a una ESOL de calidad. A través de una metodología cualitativa que combina métodos deductivos e inductivos y lexicometría, analizamos los datos recogidos a través de cuestionarios y entrevistas. Los hallazgos de este estudio muestran como en la ESOL coexiste una visión tradicional sobre la calidad educativa a través de conceptos vinculados al “perfil de egreso”, la “estandarización” y la “acreditación”, con perspectivas emergentes que refuerzan las particularidades de la educación *online*, reflejadas en conceptos como la conciliación, el diseño pedagógico, la equidad, el valor de la tecnología, el acompañamiento institucional o las cualidades individuales. Destaca que la “flexibilidad” y el “aprendizaje” son los conceptos más mencionados por estudiantes y docentes respectivamente. Este artículo aporta nuevas categorías para conceptualizar la calidad de la ESOL, al incorporar elementos propios de la formación de personas adultas y de la virtualidad como parte de sus significados. Plantear la calidad educativa de forma contextual y desde un enfoque de equidad es parte de los desafíos de una modalidad en continuo crecimiento y con enorme potencial en el marco de la sociedad digital global.

**Palabras clave:** educación superior online; enseñanza a distancia; educación de adultos; calidad de la educación; flexibilidad.

### ABSTRACT

This study aims to conceptualize the quality of online higher education (OHE) through the perspectives of diverse stakeholders. To this end, we asked students ( $n=3,152$ ), teachers ( $n=727$ ) and informants ( $n=50$ ) from 18 higher education institutions (HEIs) in Chile with online degree programmes to indicate the concepts they associate with quality OHE. Employing a qualitative methodology that combines deductive and inductive methods and lexicometrics, we analysed the data collected through questionnaires and interviews. The findings of this study show how a traditional vision of educational quality coexists in OHE through concepts linked to the ‘graduate profile’, ‘standardization and ‘accreditation’, with emerging perspectives that reinforce the particularities of online education, reflected in concepts such as work-life balance, pedagogical design, equity, the value of technology, institutional support, individual qualities or relevance to the labour market. It highlights that ‘flexibility’ and ‘learning’ are the concepts most frequently mentioned by students and teachers respectively. This article introduces novel categories to conceptualize the quality of OHE by incorporating elements of adult education and virtuality as part of its meanings. Approaching educational quality contextually from a focus on equity is one of the challenges of a continuously growing modality with enormous potential in the framework of a global digital society.

**Keywords:** online higher education; distance learning; adult education; quality of education; flexibility.

## INTRODUCCIÓN

La educación *online* es efectiva para lograr resultados de aprendizajes (Martin et al., 2022). Es una modalidad que, además, es preferida por un perfil de estudiante que ha decidido ingresar a la educación superior (ES) tardíamente o que se ha visto imposibilitado por barreras y brechas económicas, de conciliación, geográficas o sociales (Chung et al., 2017; Tieben, 2020). El género y otras variables como el tipo de actividad laboral han sido identificadas como elementos claves para comprender las experiencias y preferencias del estudiantado y el profesorado (Qazi et al., 2022). La flexibilidad y el acceso sin restricciones temporales o geográficas han sido señaladas como las ventajas más comunes para preferir esta modalidad de estudio, cuestión especialmente relevante cuando se trabaja de forma no remunerada en el hogar, al cuidado de personas o cuando existen barreras de movilidad (Lee et al., 2019; Veletsianos et al., 2021).

En los últimos años la educación superior *online* (ESOL) ha crecido y ha ampliado su presencia en los sistemas educativos a nivel global. La acelerada transformación digital y la mayor demanda de formación a lo largo de la vida son algunos de los factores que explican este escenario (Guo et al., 2020). Sin embargo, aún persisten prejuicios y resistencias frente a su potencial y múltiples ventajas (O’Dea y Stern, 2022). Prueba de ello, es el constante interés en proponer nuevos modelos para analizar la calidad de la educación *online*, en un intento por justificar su validez y correcto desarrollo (Ortiz-López et al., 2021).

Este estudio reconoce la importancia y solidez de los distintos modelos creados para evaluar la calidad de la educación *online* (La Rotta et al., 2020; Luna Serrano et al., 2018; Marciniak y Gairín Sallán, 2017; Ortiz-López et al., 2021; Waheed et al., 2016). Sin embargo, el interés por encontrar definiciones comunes ha significado a nuestro juicio, un alejamiento respecto de las percepciones y experiencias de las personas implicadas en la educación *online* como agentes válidos para construir significados. Es así como el objetivo de este artículo es conceptualizar la calidad de la ESOL desde el punto de vista de estudiantes, docentes y distintos informantes de IES con modalidad *online*, a través de la identificación de similitudes y diferencias en los conceptos que utilizan para definir su calidad.

## CONCEPTO DE CALIDAD

La propuesta de Harvey y Green (1993), sigue siendo un referente sobre calidad educativa (Cheng, 2017; Jungblut et al., 2015; Scharager Goldenberg, 2018). A partir de sus aportaciones se han creado categorías claves para entender la calidad: (i) la calidad como adecuación al objetivo, tiene un carácter funcional que se centra en el cumplimiento de lo que se propone u ofrece; (ii) la calidad como relación precio-calidad, combina los ámbitos educativo y monetario al centrarse en la eficiencia económica de la oferta educativa, la rendición de cuentas externa

y los procesos de auditoría propios del sector empresarial y de servicios; (iii) la calidad como excelencia se refiere a una serie de condiciones exclusivas y difíciles de lograr, lo que se traduce en una visión elitista de la educación; (iv) la calidad como algo excepcional, ha sido conceptualizada como la presencia de atributos diferenciadores de programas o contextos de estudio respecto del resto del sistema y como la consecución de los estándares mínimos, preestablecidos y observables por agentes externos; (v) la calidad como transformación se centra en la capacidad de la educación para cambiar positivamente la forma de percibir el mundo y la mejora o adquisición de nuevas competencias; (vi) la calidad como práctica centrada en el estudiantado, se refiere a los procesos de empoderamiento orientados a que el estudiantado sea capaz de participar en su proceso educativo; (vii) la calidad como valor añadido, se refiere a la percepción de mejora resultante de una experiencia educativa como medida cualitativa; (viii) la calidad como selectividad se refiere a una idea elitista sobre las características que, predefinidas como deseables, determinan el acceso y la permanencia de determinados perfiles institucionales; y finalmente (ix) la calidad como virtud de la práctica profesional está centrada en la motivación y el compromiso de las personas partícipes en los procesos educativos, vinculadas además al bienestar en los lugares de trabajo.

## EDUCACIÓN SUPERIOR ONLINE

La ESOL tiene una vasta trayectoria de investigación. Según Martin et al. (2020), existen tres áreas donde se han situado los principales tópicos de investigación: estudiantado, curso y profesorado, y organización. Sin embargo, la calidad y el acceso, la equidad, la inclusión y los aspectos éticos son algunos de los temas menos explorados. Sobre los enfoques de medición de la calidad de la ESOL, Esfijani (2018), señala que los estudios se han centrado principalmente en los recursos, insumos y procesos de educación *online*, pero carecen de una visión integrada de la calidad que aborde su definición y los enfoques de medición en su conjunto, no solo desde el punto de vista del estudiantado, como suele presentarse, sino también del profesorado, agentes institucionales, empresas, etc. En la misma línea, Marciniak y Gairín Sallán (2017), concluyen que no existen criterios comunes aplicables a los distintos modelos para evaluar la calidad de la educación *online*, mientras que existen divergencias en la definición, interpretación y preponderancia de las dimensiones según cada modelo analizado. En línea generales, se pueden identificar dos corrientes, quienes proponen la utilización de las perspectivas clásicas de calidad educativa (presencial) pero con distinta preponderancia y quienes abogan por una adecuación de las perspectivas clásicas a través de la creación de nuevas categorías de cara a su pertinencia con los ámbitos digitales (Ortiz-López et al., 2021). En esta última corriente se sitúa este estudio.

En una sociedad altamente digitalizada, el ciberespacio y por supuesto, los entornos virtuales de aprendizaje, suponen una suficiente heterogeneidad y

complejidad como para analizarlos contemplando sus singularidades y divergencias (Bendixen y Jacobsen, 2017). No necesitan al mundo análogo para crear significados. A su vez, los ámbitos virtuales son parte de entramados sociales y culturales específicos, es decir, no son neutrales y en ellos se vuelcan y recrean las desigualdades e imaginarios sociales (Atenas et al., 2022; Wajcman, 2010). Una mirada sobre la calidad de estos entornos debería intentar traducir las categorías clásicas a modelos que dialoguen con ambas premisas, así como crear nuevas categorías.

Una mirada de la calidad de la ESOL desde una perspectiva situada debería contemplar las especificidades del estudiantado y del profesorado. Respecto al primer colectivo, la literatura lo ha definido como un estudiante “no tradicional” debido a i) tener más de 25 años, ii) compaginar sus estudios con responsabilidades externas, y iii) no depender económicamente de sus familias. Además, se ha caracterizado por: iv) tener mayores posibilidades de abandono educativo, a pesar de tener igual o mayor rendimiento académico que sus pares “tradicionales”, v) tener una mayor resiliencia frente a las barreras de acceso y permanencia inherentes a la educación superior, vi) tener una socialización menos intensa con el entorno estudiantil, y vii) una presencia más significativa en programas de estudios no formales, educación continua y educación a distancia (Tieben, 2020). Además, Sánchez-Gelabert et al. (2020), añaden que en general, el estudiantado de mayor edad tiene una percepción de su experiencia educativa diferente a la del estudiantado más joven, ya que está centrada en el aprendizaje y la adquisición de conocimientos teóricos. A diferencia del estudiantado, el profesorado de ESOL no responde a un perfil tan delimitado, mientras que el contexto institucional de apoyo a la docencia es fundamental para comprender sus prácticas y percepciones (Xavier y Meneses, 2021). En este estudio nos centramos en un profesorado que define su labor docente a partir del concepto de tutoría (Vlachopoulos y Makri, 2021). Esta tarea combina competencias disciplinares, pedagógicas, didácticas y técnicas a través de la retroalimentación, el seguimiento, la motivación y la orientación en el proceso de estudio (Richardson et al., 2022).

En la actualidad y como resultado de las medidas educativas adoptadas debido a la pandemia de COVID-19 (Green et al., 2020), distintos contextos y sistemas educativos han revalorizado a la educación *online*. El balance en general es positivo: la educación *online* pasó de ser una modalidad anclada en los márgenes a ser considerada como válida para distintos contextos educativos. Como resultado: (i) los prejuicios sociales que arrastraba la educación *online* durante décadas se redujeron, (ii) el mercado laboral tuvo que abrir definitivamente las barreras para los y las egresadas de carreras *online*, (iii) las IES líderes en educación *online* se posicionaron como referentes y demostraron tener una robusta capacidad para enfrentar situaciones adversas, incluso más que las instituciones presenciales que cuentan con mayores recursos y reconocimiento, (iv) la gran demanda de programas formativos en formato *online* o híbridos creció cuantiosamente, impactando de forma transversal al conjunto de sistemas de educación superior y (v) aumentó el interés de

las instituciones presenciales por flexibilizar su oferta formativa. La flexibilización es, por tanto, uno de los conceptos claves para analizar la educación *online*. Este concepto está asociado a la posibilidad de ofrecer alternativas sin límite de tiempo, espacio y ritmo (Huang et al., 2020). Además, se relaciona a la equidad en el acceso (Benade, 2019), la utilización efectiva de las tecnologías (Müller y Mildemberger, 2021), y a la promoción de estrategias de aprendizaje para la autorregulación (Jung et al., 2022). La flexibilidad es hoy el concepto por excelencia que redefine al sistema de educación superior en el mundo postconfinamiento (Lockee y Clark-Stallkamp, 2022; Müller et al., 2023).

La flexibilidad de la ESOL tiene que dialogar con la escalabilidad. Este es un elemento clave que rige a toda propuesta de educación *online* que busque la optimización de sus recursos y la llegada a un público masivo (Ragusa y Crampton, 2017). En otras palabras, la implementación y gestión eficiente de un programa de estudios *online* es posible (y deseable) en tanto que cumpla con el criterio de ubicuidad (Virtanen et al., 2018). Para ello, un o una estudiante podrá ser capaz de realizar las actividades y acceder a todos los recursos en el momento y lugar que quiera. Esta premisa básica obliga a que las IES viertan todos sus esfuerzos en la creación de un curso, asignatura o módulo, para que quede disponible para un amplio público y por un tiempo prologando. Si consideramos que lo anterior debe multiplicarse por cientos de asignaturas y decenas de carreras, la institución necesita un criterio de efectividad tal que permita asegurar que dicha escalabilidad será coherente en todos los resultados de esas combinaciones con su visión y misión institucional, modelo pedagógico y modelo de diseño instruccional. Para ello, la estandarización de la oferta formativa es clave. Un análisis crítico de la flexibilidad también nos invita a cuestionar cómo el concepto articula tras de sí un sentido de libertad o responsabilidad individual propio de sistemas neoliberales que, a la vez, es un eslogan comercial que produce cuantiosos réditos en los sistemas educativos basados en la mercantilización de las tecnologías digitales (Houlden y Veletsianos, 2021; Saura et al., 2023).

Es así como en contextos educativos neoliberales –caracterizados por una desregulación y creciente demanda de acceso a la educación superior–, la calidad tiende a entenderse como resultado de procesos de acreditación externa y de rendición de cuentas (Gerón-Piñón et al., 2021). En este estudio proponemos ampliar esta mirada a través de un acercamiento al concepto de calidad en la educación *online* desde una perspectiva de equidad, lo que Harrison y Mathuews (2022) señalan como necesario para que los diseños estandarizados y masivos propios de la modalidad no pierdan de vista el componente humano y centrado en la diversidad. En esta línea, entenderemos la calidad como un concepto no neutral, político, multifacético y subjetivo, que se construye –no se logra– a partir de procesos dialógicos y participativos (Stracke, 2019; Williamson, 2019). Por ello, resulta fundamental conocer cómo las personas involucradas experimentan los procesos de aprendizaje y los contextos educativos mediados por tecnologías.

## METODOLOGÍA

Esta investigación forma parte de una tesis doctoral en curso. Se basa en una metodología cualitativa que nos permite conocer en profundidad los significados que las personas involucradas atribuyen a un concepto (Flick, 2022). Se utilizó la entrevista semiestructurada y el cuestionario como técnicas para producir información. Estas técnicas fueron aplicadas a informantes institucionales, estudiantes y docentes respectivamente, durante el año académico chileno 2021. En ambos instrumentos (pauta de entrevista y encuesta) se preguntó: “En tu opinión, ¿qué conceptos asocias a una educación superior *online* (ESOL) de calidad?”. En el caso del cuestionario esta pregunta fue abierta y se pidió escribir tres conceptos. Para analizar la información se utilizó el método deductivo e inductivo para las entrevistas y el método de lexicometría para la pregunta abierta de los cuestionarios. Los resultados de ambos métodos se triangularon y dieron como resultado categorías emergentes, útiles para conceptualizar la calidad de la ESOL desde el punto de vista de las personas involucradas. A continuación, se presentan las especificidades de cada técnica utilizada.

### Entrevistas

A inicios del año 2021 se invitó a participar a las 27 IES que implementaban carreras de grado en modalidad *online* en Chile antes del año 2020. Aceptaron participar 18 instituciones: tres Centros de Formación Técnica (CFT), siete Institutos Profesionales (IP) y ocho Universidades. Todas las instituciones, salvo una universidad, tienen carácter de financiación privada. Los y las informantes institucionales fueron seleccionados a partir de un muestreo según “determinados criterios” (Izcara, 2007), considerando los siguientes perfiles: (i) vicerrectoría académica, (ii) área de aseguramiento de la calidad, (iii) área de innovación y desarrollo institucional y (iv) diseño pedagógico de educación *online*.

En total se realizaron 50 entrevistas entre marzo y mayo del año 2021. Se utilizó el criterio de saturación teórica (Glaser y Strauss, 1967), para delimitar la participación de informantes, entendiendo que las nuevas entrevistas no aportan información adicional para lograr el objetivo propuesto mientras que se ha logrado un conocimiento profundo sobre el tema (Guest et al., 2006; Nelson, 2017).

La muestra de informantes institucionales lograda se dividió en personas que trabajan en universidades (n=21), en IP (n=24) y en CFT (n=5). Con respecto a otras variables de la muestra, según género se dividen equitativamente (25 personas identificadas en el género femenino y 25 con el género masculino). Según perfiles institucionales: perfil i (n=10), perfil ii (n=15), perfil iii (n=13) y perfil iv (n=12). Según la profesión, en su mayoría provienen del ámbito de la Ingeniería (n=22), le sigue Educación (n=19) y, finalmente, profesiones vinculadas a las Ciencias Sociales (n=5). Según el máximo nivel de formación, en su mayoría tienen el grado

de magister (n=37), luego vienen quienes poseen el título profesional (n=3) y, por último, quienes tienen el grado de doctor o doctora (n=3). También les preguntamos sobre su acercamiento a la educación *online*, al respecto: 44 personas señalan que han cursado estudios en esta modalidad, mientras que 28 personas señalan que se han capacitado laboralmente en temas vinculados a la ESOL.

El instrumento se sometió a un proceso de validación mediante la revisión metodológica de dos académicas de la Universitat Autònoma de Barcelona (UAB) (diciembre 2021) y la validación de contenido mediante ocho entrevistas piloto. Todos los procedimientos utilizados en esta fase de la investigación fueron aprobados por la comisión de ética de la UAB (ref. CEEAH 5586). Las entrevistas se realizaron a través de la plataforma Zoom. Tuvieron una duración de entre 30 y 70 minutos, fueron grabadas en audio y posteriormente transcritas y almacenadas en la nube dispuesta por la misma universidad. Todas las entrevistas fueron anonimizadas. Previo a comenzar la entrevista se solicitó la firma del consentimiento informado.

Las entrevistas fueron analizadas en su totalidad utilizando el software NVIVO a través de un proceso de codificación abierta. Luego de una lectura detallada de las transcripciones se crearon 54 códigos sustantivos que describen los temas comunes en las entrevistas (Rodríguez, 2019). Posteriormente se reorganizaron los códigos en torno a categorías, proceso que permite darle una solidez analítica y teórica a un conjunto de códigos (Gibbs, 2018). Las categorías utilizadas fueron definidas a partir de una lógica deductiva e inductiva (Neale, 2016): por un lado, basada en las categorías teóricas utilizadas para construir la pauta de entrevista y por otro, basada en aquellos tópicos emergentes considerados como relevantes (Tabla 1). Finalmente, seleccionamos las unidades de análisis valoradas como más representativas para definir el significado que le otorgan las personas a cada una de las categorías.

**Tabla 1**

*Códigos para analizar las percepciones sobre calidad en la ESOL*

<b>Códigos</b>	<b>Origen</b>
Calidad como adecuación al objetivo	Harvey y Green, 1993
Calidad como relación precio-calidad	
Calidad como excelencia	Harvey y Green, 1993; Jungblut et al., 2015
Calidad como algo excepcional	
Calidad como transformación	
Calidad como práctica centrada en el estudiante	Jungblut et al., 2015
Calidad como valor añadido	
Calidad como selectividad	
Calidad como virtud de la práctica profesional	Cheng, 2017

Códigos	Origen
Calidad como acreditación	
Calidad como estandarización	
Calidad como equidad	
Calidad como pertinencia con el mundo laboral	emergente de las entrevistas
Calidad como valor de aspectos tecnológicos	
Calidad como diseño pedagógico	
Calidad como conciliación	

Fuente: elaboración propia.

## Cuestionarios

Durante septiembre del año 2021 se invitó a todas las IES participantes en la fase cualitativa a continuar con la etapa de cuestionarios; aceptaron participar 14 instituciones (tres CFT, seis IP y cinco universidades). Los criterios definidos para seleccionar a la muestra al interior de cada institución fueron: estudiantado y profesorado que hubiesen cursado o impartido asignaturas, respectivamente, en cualquier carrera de grado en modalidad *online* en la institución durante el año 2021. Se realizó una autoselección por parte de estudiantes y docentes para contestar el cuestionario.

En el cuestionario de estudiantes, de un total de 4.119 respuestas, 3.937 dieron el consentimiento, 644 contestaron solo las preguntas de caracterización y 3.152 contestaron a partir del primer ítem de calidad (casos considerados como válidos). La muestra lograda se divide en un 48,9 % identificadas con el género femenino, un 50,6 % con el género masculino y un 0,1 % (n=5) con géneros no binarios, además de 0,2 % quienes señalaron la opción “prefiero no responder”. La media de edad son 37,1 años (TD=8,7). El 78,3 % trabaja con un contrato estable (de este grupo, el 61,2 % se identifican con el género masculino), mientras que solo el 6 % trabaja de forma no remunerada en el hogar (de este grupo el 95,6 % corresponden a personas identificadas con el género femenino). La muestra lograda en este estudio corresponde al 4,0 % (n=3.152) de la población total de estudiantes que cursaron una carrera de grado *online* en Chile durante el año 2021 (SIES, 2022).

En el cuestionario al profesorado, de un total de 861 respuestas, 841 dieron el consentimiento, 114 contestaron solo las preguntas de caracterización y 727 contestaron a partir del primer ítem de calidad (casos considerados como válidos). La muestra lograda se divide en un 51,9 % identificadas con el género femenino, un 48,1 % con el género masculino y no hubo mención a géneros no binarios. La media de edad son 45,1 años (TD=10,6). El 79,6 % tiene un contrato inestable con la institución, dentro de lo cual existe una paridad entre ambos géneros. El 46,4 %

tiene menos de tres años de experiencia realizando docencia *online*. El Sistema de Información de Educación Superior en Chile (SIES) no cuenta con la distinción por modalidad para el personal académico de las instituciones. Por esta razón no es posible establecer la representatividad de la muestra lograda de docentes.

Se crearon dos cuestionarios *online ad-hoc* para el estudiantado y profesorado. El proceso de validación de ambos cuestionarios se realizó a través de un panel de nueve juezas expertas a quienes se les pidió valorar el instrumento según su univocidad, importancia y pertinencia respecto a los objetivos de investigación (octubre 2021). Todos los procedimientos utilizados en esta fase de la investigación fueron aprobados por la comisión de ética de la UAB (ref. CEEAH 6161). Los cuestionarios fueron difundidos a través de enlaces web de la plataforma SurveyMonkey. Cada institución determinó cómo difundirlos (plataformas de estudio o correos masivos) y enviar recordatorios. Cada cuestionario fue autoadministrado de forma individual por estudiantes y docentes sin la presencia del equipo investigador (Cohen et al., 2009). Los datos fueron recogidos entre noviembre 2021 y enero 2022.

Para analizar las respuestas obtenidas nos basamos en el método de lexicometría o estadística textual (Lebart et al., 2000), siguiendo las fases propuestas por Concha-Díaz y Léniz Maturana (2022) para cuantificar la información obtenida en preguntas abiertas de cuestionarios. El análisis se realizó de forma análoga en dos fases. La primera se basó en la revisión de los conceptos originales (9.448 estudiantes y 2.180 docentes) con el fin de uniformar su redacción y corregir errores tipográficos, para luego excluir conceptos redundantes –“calidad”, “educación”, “estudio a distancia”, “buena”–, conceptos que requieren de un contexto mayor para entender su relación con la calidad –“sorprendido”, “inspectora educacional”, “nivel” – y comentarios de opinión –“primera vez que estudio *online*”, “he tenido buena experiencia en el instituto” –. Además, excluimos los conceptos y comentarios que descalifican o que describen una mala experiencia en la ESOL. Como resultado quedaron un total de 8.161 conceptos de estudiantes y 1.712 conceptos de docentes. La segunda fase, consistió en una valoración cualitativa de los conceptos finales a fin de crear categorías que permitieran agruparlos.

## RESULTADOS

Se presentan los resultados en tres partes: (i) qué es la calidad para los y las informantes institucionales (ii) qué es la calidad para estudiantes y docentes y, (iii) categorías emergentes a partir de la triangulación de la información anterior. En el caso de los y las informantes institucionales, se presenta la descripción de los tres códigos con más recurrencias y las citas valoradas como más representativas para cada uno de estos códigos. En el caso de estudiantes y docentes, primero indicamos la frecuencia de los conceptos utilizados según variables y luego observamos la frecuencia de las categorías emergentes creadas para agrupar los conceptos.

## Informantes institucionales

En la Tabla 2 se muestran los códigos utilizados para analizar la información de las entrevistas según orden de recurrencia de citas. La información analizada son las respuestas a la pregunta: “En tu opinión, ¿qué conceptos asocias a una educación superior *online* (ESOL) de calidad?”.

**Tabla 2**

*Códigos para analizar las percepciones sobre calidad en ESOL y recurrencia*

Códigos	Recurrencia
Calidad como adecuación al objetivo	93
Calidad como acreditación*	64
Calidad como estandarización*	54
Calidad como equidad*	49
Calidad como virtud de la práctica docente	44
Calidad como pertinencia con el mundo laboral*	43
Calidad como práctica centrada en el estudiante	40
Calidad como excelencia	40
Calidad como valor añadido	30
Calidad como valor de aspectos tecnológicos*	29
Calidad como transformación	29
Calidad como selectividad	22
Calidad como diseño pedagógico*	21
Calidad como conciliación*	17
Calidad como relación precio-calidad	16

*Fuente:* elaboración propia.

\*Códigos emergentes.

Como se puede apreciar, la referencia a la perspectiva clásica de “calidad como adecuación al objetivo” es la más mencionada, le siguen la “calidad como acreditación” y “calidad como estandarización”. Destaca la referencia a la “calidad como equidad” definida desde el punto de vista del acceso que permite el aprendizaje ubicuo de la modalidad. En la misma línea, la escasa referencia a la “calidad como selectividad” y a la “calidad como relación precio-calidad” pueden ser interpretadas como una valorización de las potencialidades de acceso propias de la modalidad a un perfil de estudiante no tradicional. A continuación, conceptualizamos como las y los informantes institucionales entienden los tres códigos con más recurrencia de citas.

### Calidad como adecuación al objetivo

La adecuación al objetivo en el contexto de ESOL es entendida por las personas entrevistadas como el cumplimiento del perfil de egreso y responde al énfasis que hace el marco regulatorio del país a esta declaración de objetivos, transformada en una promesa de las instituciones y en una demanda por parte del estudiantado. Cumplir con el perfil de egreso es percibido como una manera de responder a las expectativas del estudiantado lo que, en consonancia con las abundantes referencias a términos empresariales, es parte del contrato que se hace con el “cliente”. Además, destaca que las personas entrevistadas de los perfiles i y ii (académico y calidad), sitúan al perfil de egreso como la piedra angular que resume los objetivos de la IES sujetos a la evaluación institucional.

*En la medida, que si hay una carrera online que aspira a desarrollar una serie de competencias o habilidades (...) en la medida que eso se cumpla y que efectivamente esos egresados sean valorados en sus competencias, uno efectivamente puede decir: ¿sabes qué? Aquí hay una buena alternativa, hay una formación de calidad (Universidad, perfil i, masculino).*

En otra acepción, la importancia de cumplir con el perfil de egreso es percibida como la bisagra que permite asegurar la homogeneidad entre distintas modalidades o jornadas y un mismo programa de estudio. La relación entre asegurar que todo lo que se enseña apunte a un mismo objetivo y la calidad de la ESOL es casi una relación de causalidad, aseguran las personas entrevistadas.

*Cuando uno habla de la calidad en la virtualidad o en carreras que son online, lo que uno busca, es que el cumplimiento del perfil de egreso del estudiante virtual sea el mismo que del presencial (IP, perfil ii, femenino).*

### Calidad como acreditación

La acreditación es percibida como una “carga” para las personas entrevistadas. A pesar de que la política pública ha tratado de instalar la narrativa de la calidad permanente o integral, en la práctica esto dista de ser así. En las entrevistas se señala que la ESOL sigue estando en tela de juicio y que su valor debe ser demostrado, inclusive más que otras modalidades. Los escasos referentes en Chile de educación *online* y la exigua investigación asociada a este campo hacen que, además, no se perciban interlocutores/as válidos para liderar procesos de acreditación o acompañamiento a la ESOL. Es por ello que las IES destinan gran parte de sus recursos y esfuerzos en procesos de certificaciones externas e internacionales (ISO, Quality Matters, CALED, etc.) que preparen el camino para la acreditación institucional.

*Es sancionatorio, porque públicamente te sanciona, porque hay una puesta en escena pública publicitaria, porque la institucionalidad también asigna recursos a esa acreditación; porque las universidades hoy día tienen que desarrollarse casi en forma exponencial con recursos limitados en productividad (Universidad, perfil ii, masculino).*

La calidad como acreditación está en consonancia con la percepción de las personas entrevistadas de que la ESOL forma parte de un sistema de calidad enfocado en el cumplimiento de estándares y vinculado a mecanismos sancionatorios que determinan completamente el devenir de las instituciones. La relevancia de los procesos de autoevaluación y de aseguramiento interno de la calidad responden a ello. Estos procesos, basados en el cumplimiento de la normativa interna, van de la mano con la detección del cumplimiento o no del perfil de egreso dentro de la multiplicidad posible de sedes, jornadas y modalidades en una institución. La administración interna de los sistemas de aseguramiento de la calidad de la ESOL forma parte de la realidad de algunas IES en el país donde abunda una visión y lenguaje empresarial e instrumental de la calidad educativa.

*Los mecanismos de aseguramiento de la calidad institucional es el cumplimiento de la normativa interna (...) Y es la verificación de que ese proceso que está definido y queremos que se cumpla en cualquier sede, en cualquier modalidad, en cualquier jornada; se haga en forma como transversal, no de una forma distinta porque implica directamente o impacta directamente en el perfil de egreso del estudiante (Universidad, perfil ii, masculino).*

### *Calidad como estandarización*

Las referencias a la calidad como estandarización son definidas por las personas entrevistadas a partir de la alineación de los recursos institucionales en favor del cumplimiento del perfil de egreso en los múltiples formatos de la institución. Estandarizar la oferta formativa es una estrategia entendida por las personas entrevistadas como la forma de proveer al estudiantado de una hoja de ruta clara para su trabajo autónomo.

*Porque de pronto entra en contradicción que tengamos tanta actividad estandarizada en una plataforma, cuando justamente nuestro modelo indica que la flexibilidad es una virtud de nuestro modelo... el estudiante para un mismo aprendizaje, él debería optar, ¿cuál es la mejor forma que tiene él de aprender? Acá en Chile los modelos incluyen todo, pero el estudiante*

*necesariamente tiene que pasar por todos los pasos (Universidad, perfil iv, femenino).*

En este sentido, resultan interesantes las referencias a que la estandarización es el mecanismo que permite “administrar la flexibilidad”. Para ello existen protocolos y lineamientos que encauzan el trabajo de todos los perfiles y áreas que inciden en la ESOL, desde lo pedagógico hasta lo administrativo.

*Nosotros hemos entendido que, para administrar la flexibilidad de manera responsable, uno tiene que tener cosas muy bien estructuradas, porque pretender lanzarse a la flexibilidad sin ordenar los procesos, es arriesgado (IP, perfil i, femenino).*

Sin embargo, los significados más profundos respecto a la estandarización como calidad de la ESOL están vinculados con asegurar una equivalencia formativa respecto de la modalidad presencial. Las personas entrevistadas señalan una relación estrecha entre la homogenización de los materiales y recursos y el aseguramiento de la calidad, mientras que se repite la idea: “ser tan buena como la presencial”. Otra acepción de la estandarización como calidad hace referencia a los consorcios a los cuales pertenecen algunas de estas instituciones. En su mayoría son conglomerados extranjeros privados que imponen una misma línea editorial a las IES con una adecuación contextual a la idiosincrasia y características del país.

## Estudiantes y docentes

En la Tabla 3 se muestran los conceptos más mencionados por estudiantes y docentes en la pregunta: “Desde tu experiencia como estudiante/docente en modalidad *online*, escribe 3 conceptos que asocies a una educación superior *online* de calidad”. Cabe destacar que la pregunta no solicitó jerarquizar la importancia de cada uno de los tres conceptos, por ello consideramos un listado único para realizar los análisis. Cada concepto contiene a sus plurales y formas gramaticales derivadas (flexibilidad: flexibilización, flexibles, flexible).

**Tabla 3**

Conceptos con más frecuencia según tipo de IES, perfil y género

Tipo de IES	Perfil	Género	Frecuencia de conceptos más mencionados
Centro de Formación Técnica	Estudiantes	Femenino	Docentes (43), Clases (24), Plataforma (24), Flexibilidad (23), Responsabilidad (21), Material (20)
		Masculino	Flexibilidad (17), Docentes (14), Material (11), Comunicación (10), Plataforma (9)
	Docentes	Femenino	Retroalimentación (11), Flexibilidad, Aprendizaje (10), Desarrollo (8), Compromiso (7)
		Masculino	Docentes (9), Retroalimentación (7), Constante (6), Comunicación (4), Aprendizaje (3)
Instituto Profesional	Estudiantes	Femenino	Profesores (258), Estudio (194), Flexibilidad (192), Material (111), Apoyo (110)
		Masculino	Profesores (237), Estudio (207), Flexibilidad (205), Material (109), Apoyo (89)
	Docentes	Femenino	Flexibilidad (31), Docente (25), Aprendizaje (23), Retroalimentación (14), Autonomía (13)
		Masculino	Flexibilidad (29), Aprendizaje (24), Estudiante (22), Docente (20), Compromiso (12)
Universidad	Estudiantes	Femenino	Profesores (83), Flexibilidad (35), Clases (30), Plataforma (27), Material (26)
		Masculino	Profesores (81), Flexibilidad (70), Plataforma (37), Material (31), Clases (28)
	Docentes	Femenino	Aprendizaje (26), Estudiante (23), Flexibilidad (19), Innovación (15), Comunicación (11)
		Masculino	Aprendizaje (30), Estudiantes (25), Participación (19), Docente (18), Flexibilidad (18)

Fuente: elaboración propia.

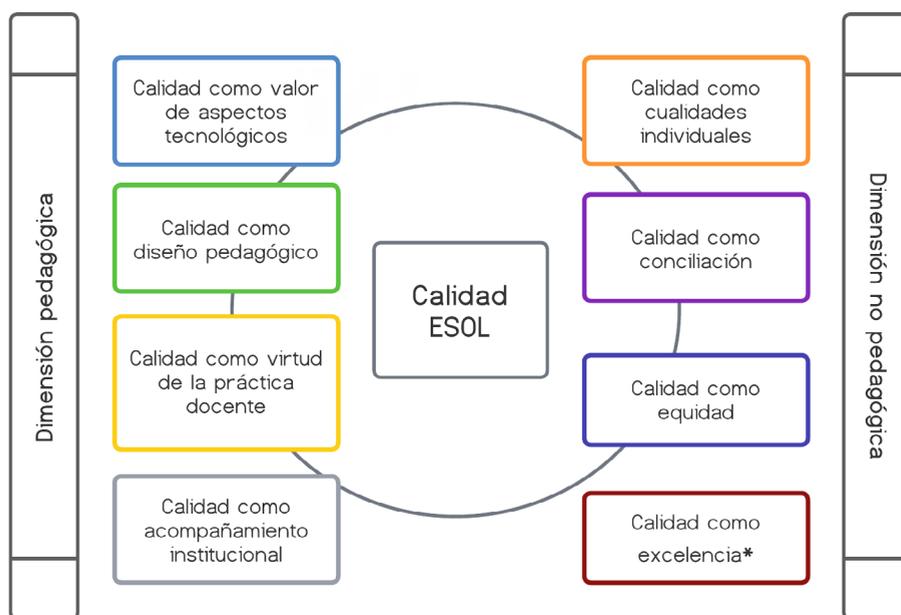
Destaca que el único concepto que se repite con fuerza en las respuestas del estudiantado de todas las IES y de ambos géneros es la “flexibilidad”. Mientras que los demás conceptos también son similares y circulan entre las cualidades individuales y las referencias a la docencia, metodologías y plataformas. Así, se puede interpretar que existe una experiencia común entre el estudiantado *online* muy interesante y que debería ser explorada con mayor profundidad. Por su parte, si bien para el profesorado también es relevante la flexibilidad, destacan las referencias a su labor

docente y al compromiso del estudiantado y, por otro lado, la casi nula referencia a las plataformas o características tecnológicas de la modalidad. El soslayar la importancia de los aspectos tecnológicos, podría ser interpretado a la luz de la corta experiencia en la docencia *online* de la muestra y con ello, la prevalencia de una mirada “presencial” de la docencia.

A partir de la valoración cualitativa de los conceptos señalados, se crearon ocho categorías que permitieran agruparlos en torno a perspectivas comunes. Cuatro categorías vinculadas a una dimensión pedagógica (Calidad como valor de aspectos tecnológicos, Calidad como diseño pedagógico, Calidad como virtud de la práctica profesional, Calidad como acompañamiento institucional) y cuatro categorías vinculadas a una dimensión no pedagógica (Calidad como cualidades individuales, Calidad como conciliación, Calidad como equidad, Calidad como excelencia) (Figura 1).

### Figura 1

Categorías sobre la calidad de ESOL de estudiantes y docentes



\*Esta categoría es la única que no es emergente, ya que corresponde a la conceptualización de Harvey y Green (1993).

Fuente: elaboración propia.

En la Tabla 4 se muestra cada categoría y los conceptos con mayor frecuencia en cada una de ellas según los dos perfiles de la muestra. Así, se puede observar con cuáles conceptos se dotan de significado las distintas categorías. Destacamos los conceptos vinculados a la conectividad (Calidad como valor de aspectos tecnológicos) que podrían estar hablando de una posible brecha digital en el acceso a Internet, lo que debería ser explorado desde una perspectiva de equidad en la formación. También destacamos que los conceptos utilizados por estudiantes y docentes son similares; en cada una de las categorías creadas uno o dos de los cuatro conceptos más mencionados son iguales. Esta cercanía conceptual entre los perfiles devela una percepción común de los desafíos de la modalidad respecto a la calidad que podría ser explicada por la cercanía generacional de las muestras.

**Tabla 4**  
*Conceptos con más frecuencia según las categorías*

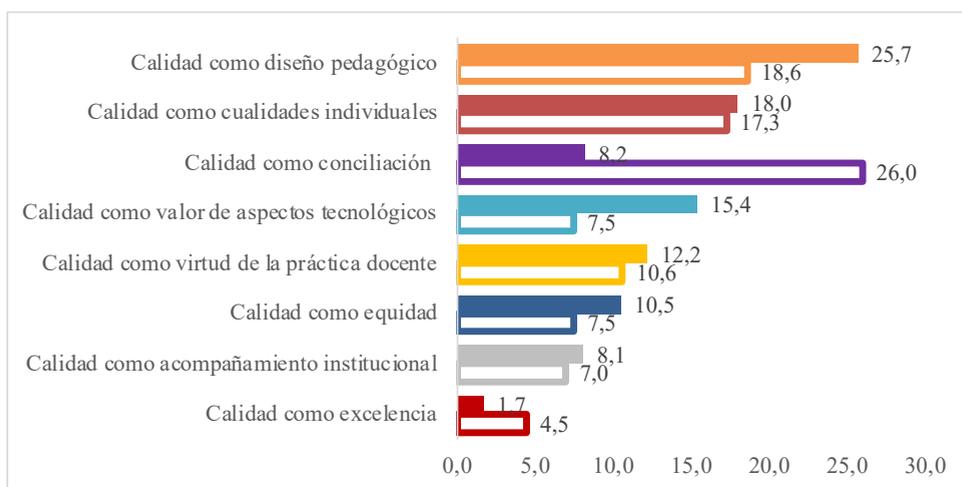
Dimensión	Categorías	Conceptos	
		Estudiantes	Docentes
Pedagógica	Calidad como valor de aspectos tecnológicos	Conectividad, Internet, Buena plataforma, Tecnologías interactivas	Conexión, Plataformas, Tecnologías, Virtualidad
	Calidad como diseño pedagógico	Contenidos, Material de estudio, Práctica, Innovación	Aprendizaje significativo, Innovación, Metodologías activas, Evaluaciones
	Calidad como virtud de la práctica profesional	Clases, Comunicación docente, Buenos docentes, Retroalimentación	Retroalimentación, Capacitación docente, Acompañamiento docente, Docentes
	Calidad como acompañamiento institucional	Apoyo, Acompañamiento Seguimiento, Información clara	Acompañamiento, Comunicación efectiva, Empatía, Seguimiento
No pedagógica	Calidad como cualidades individuales	Autonomía, Autogestión, Responsabilidad, Organización	Autonomía, Participación, Compromiso, Responsabilidad
	Calidad como conciliación	Flexibilidad, Tiempo, Libertad, Comodidad	Flexibilidad, Comodidad, Tiempo, Disponibilidad
	Calidad como equidad	Accesibilidad, Ahorro, Economía, Inclusión	Acceso, Oportunidad, Inclusiva, Diversidad
	Calidad como excelencia	Acreditación, Excelencia académica, Reconocimiento, Prestigio	Excelencia, Alto estándar, Indicadores, Exigencia,

*Fuente:* elaboración propia.

Las ocho categorías tienen distinta preponderancia en estudiantes y docentes. En la Figura 2 se presenta la distribución según perfil. En estudiantes, destaca que la mayoría de los conceptos fueron agrupados en la categoría Calidad como conciliación (2.123), seguida por Calidad como diseño pedagógico (1.519). Mientras que la categoría con menor agrupación de conceptos es Calidad como excelencia (364). En el caso del profesorado, la mayoría de los conceptos fueron agrupados en Calidad como diseño pedagógico (440) y Calidad como cualidades individuales (308), mientras que Calidad como excelencia (29) tiene la menor cantidad de conceptos.

## Figura 2

Distribución del porcentaje según las categorías de docentes y estudiantes\*



\*Docentes (barra rellena) y estudiantes (barra con bordes).

Fuente: elaboración propia.

En síntesis, producto del análisis de las entrevistas y de los cuestionarios emergieron nuevas categorías útiles para conceptualizar la calidad de la ESOL. En el caso de estudiantes y docentes emergen siete categorías (además de las menciones a la clásica perspectiva de la Calidad como excelencia), en el caso de los y las informantes institucionales emergen siete categorías (cinco similares a las del estudiantado y profesorado y dos específicas de esta muestra). En la Tabla 5 se muestran las categorías según cada perfil.

**Tabla 5**  
Categorías emergentes de calidad en ESOL

Categorías	Estudiantes y docentes (cuestionarios)	Informantes institucionales (entrevistas)
Calidad como equidad	X	X
Calidad como valor de aspectos tecnológicos	X	X
Calidad como conciliación	X	X
Calidad como diseño pedagógico	X	X
Calidad como acompañamiento institucional	X	
Calidad como cualidades individuales	X	
Calidad como acreditación		X
Calidad como estandarización		X
Calidad como pertinencia con el mundo laboral	X	X

*Fuente:* elaboración propia.

Las categorías emergidas en los cuestionarios se podrían entender dadas las características del perfil no tradicional del estudiantado y a las características de la docencia *online* destacadas por el profesorado, tienen un carácter más subjetivo y que releva la importancia del rol de ambos perfiles como parte de la calidad. Mientras que las categorías emergidas de las entrevistas dan énfasis a elementos contextuales, institucionales y externos vinculados al aseguramiento de la calidad y en menor medida a la modalidad en sí misma.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La educación superior *online* está en un momento de inflexión. Las circunstancias dadas por la pandemia de COVID-19 y los procesos propios de la transformación digital y las nuevas demandas de los mercados laborales, son el escenario ideal para que la ESOL continúe su crecimiento y consolidación (Guo et al., 2020). Una mirada de su calidad que contemple a distintos agentes y áreas involucradas en la ESOL (Esfijani, 2018), es un elemento clave para superar los prejuicios que aún existen a su alrededor (O’Dea y Stern, 2022).

La calidad educativa en educación superior entendida desde un punto de vista tradicional tiene una importante carga de acreditación y enfoque instrumental (Gerón-Piñón et al., 2021). En sistemas educativos donde la modalidad *online* tiene una presencia menor, los discursos hegemónicos sobre la calidad educativa tienden a considerarla marginalmente, lo que facilita que prevalezcan los supuestos de la educación presencial. Esto quiere decir que la modalidad es considerada más como

una “característica” que modifica el contexto (plataforma) y los recursos para la enseñanza (diseño instruccional), que como un paradigma educativo diferente. En estos casos, las nociones sobre la calidad tienden a ser monolíticas y sobre ellas solo se realizan incisos que especifican algunas particularidades de la ESOL. En cambio, este estudio apuesta porque la modalidad *online* no solo cambia el cómo y el qué, sino que transforma los sentidos y finalidades de la formación (Ortiz-López et al., 2021).

La coexistencia de ambas visiones se refleja en las respuestas de estudiantes y docentes por un lado e informantes institucionales por el otro. Los conceptos que cada perfil asocia a la calidad de la ESOL apuntan a ideas opuestas. Para los y las informantes institucionales la calidad se asocia más a la acreditación, adecuación al objetivo y estandarización, y menos a la conciliación y al diseño pedagógico; mientras que para estudiantes y docentes estas dos últimas categorías conceptualizan mejor sus ideas sobre la calidad. A su vez, los conceptos vinculados a la acreditación institucional o a la pertinencia con el mundo laboral (categorías emergentes en las entrevistas), son mínimamente mencionadas en las respuestas abiertas de los cuestionarios. Esta divergencia ilustra la coexistencia de una visión tradicional sobre la calidad educativa con perspectivas emergentes que refuerzan las particularidades de la educación *online* (Ortiz-López et al., 2021).

En el caso de los y las informantes institucionales, sus percepciones refuerzan las perspectivas sobre la calidad educativa vinculadas a los estándares externos y a la excepcionalidad de las condiciones (Barroilhet et al., 2022; Harvey y Green, 1993), así como a una noción de calidad basada más en criterios cuantitativos que cualitativos (Gerón-Piñón, et al., 2021). Lo anterior, se podría relacionar con un sistema educativo mercantil (Oyarce et al., 2020), donde una extendida subjetividad neoliberal promueve el uso de una terminología empresarial y concibe a la calidad como un resultado medible más que como un proceso integral (Houlden y Veletsianos, 2021; Simbürger y Donoso, 2020). Estas ideas tienen eco en la estructura curricular de la educación *online* ya que permite que esta sea escalable y medible a través de indicadores observables. En este escenario, el “perfil de egreso” por excelencia define a la calidad de la ESOL según los y las informantes institucionales. Este concepto figura como un mantra repetido que permite alinear las acciones institucionales y que, en la medida en que es percibido como conseguido, asegura el “logro” de la calidad casi de una forma causal. No obstante, sería interesante indagar respecto a cómo este objetivo declarativo es aprehendido por las diferentes partes del ecosistema de la ESOL al interior de las instituciones y, sobre todo, explorar cómo las IES constatan el logro de los perfiles de egreso considerando que son competencias y habilidades laborales. Suponemos que este logro se podría evidenciar a través de las tasas de titulación, las calificaciones obtenidas o mejor aún, a través de un seguimiento en el mercado laboral de las personas tituladas, ya que dichos perfiles de egreso generalmente apuntan al saber hacer en el puesto de trabajo.

En el caso de estudiantes y docentes, las percepciones sobre la calidad educativa refieren a ideas que amplían las perspectivas clásicas, al incorporar elementos propios de sus experiencias en la virtualidad. La relevancia de las categorías: calidad como conciliación, diseño pedagógico y como cualidades individuales son ejemplo de ello. En este sentido, la relevancia de los contenidos y las metodologías están en consonancia con la mayor importancia que el estudiantado “no tradicional” otorga al aprendizaje y a los conocimientos teóricos en su formación *online* (Sánchez-Gelabert et al. 2020; Tieben, 2020). Para el estudiantado *online* la calidad de la ESOL se concibe más a través de conceptos subjetivos e intrínsecos. Es destacable el sentido de responsabilidad individual que estos demuestran en relación con la calidad de sus estudios (a través de cualidades individuales como: “autonomía”, “responsabilidad”, “organización” o “compromiso”). Esto podría interpretarse como una traducción actual de la perspectiva clásica de calidad centrada en el estudiantado (Harvey y Green, 1993), desde los desafíos que supone la virtualidad para un estudiante en edad adulta. Pero también como parte de las subjetividades neoliberales ancladas en el sistema educativo, ligadas al individualismo, eficiencia, meritocracia, etc. (Houlden y Veletsianos, 2021; Simbürger y Donoso, 2020; Veletsianos et al., 2021).

Por su parte, la relevancia que el profesorado otorga a las “metodologías”, el “aprendizaje” y a su rol (“tutor”, “profesor”, “docentes”), permite observar como esta figura poco estudiada, conceptualiza la calidad de la ESOL situándose en el centro de la educación y reconoce su responsabilidad en el proceso formativo a partir de conceptos como “retroalimentación” o “participación”. Sin embargo, sería interesante explorar la injerencia real que tiene el profesorado desde un punto de vista institucional: su participación en la toma de decisiones, los programas de formación y capacitación o las condiciones laborales que permiten ejercer su labor, relevando así la virtud de esta práctica profesional (Cheng, 2017).

La referencia a plataformas que promuevan la participación y las metodologías de aprendizaje flexible, como parte de los conceptos asociados a la calidad de la ESOL, nos invita a reflexionar sobre cómo ello convive con modelos regidos por los principios de la escalabilidad y estandarización en un contexto de educación mercantil y capitalismo digital (Ragusa y Crampton, 2017; Saura et al., 2023). Desde un punto de vista institucional la flexibilidad es entendida más como una idea abstracta y comercial que como un elemento pedagógico (Houlden y Veletsianos, 2020). Por ello, resultaría necesario preguntarse también sobre la puesta en práctica de la flexibilidad desde un punto de vista organizativo y analizar cómo se crean culturas institucionales flexibles y estrategias que planteen acciones concretas para promoverla. La amplia referencia en el estudiantado y profesorado a la flexibilidad como elemento clave para conceptualizar la calidad de la ESOL se podría explicar por la relevancia del concepto en la educación superior en la actualidad (Huang et al., 2020; Müller y Mildemberger, 2021; Lockee y Clark-Stallkamp, 2022; Müller et al., 2023; Veletsianos et al., 2021). No obstante, los resultados sugieren que en la ESOL la flexibilidad, más que uno de los significados de su calidad es un elemento

constitutivo de la modalidad. Para el estudiantado, la posibilidad de compaginar estudios, trabajo y familia se ve reforzada por la mención a los conceptos vinculados a la Calidad como conciliación. Un análisis con perspectiva de género permitiría observar las desigualdades y brechas en cómo se experimenta la flexibilidad y la conciliación entre los distintos perfiles de estudiantes (Chung et al., 2017; Lee et al., 2019; Tieben, 2020). Sin embargo y a pesar de la importancia actual de la flexibilidad, los conceptos asociados al acceso, equidad, inclusión o aspectos éticos siguen siendo poco explorados por la literatura referente a calidad (Martin et al., 2020). Incorporar la flexibilidad como parte de la calidad de la ESOL nos invita a ampliar los modelos de calidad y a construir indicadores para observar y evaluar sus alcances.

Los resultados de este estudio permiten conceptualizar la calidad de la ESOL a través de nuevos conceptos que emergen desde la perspectiva de diferentes agentes partícipes de la modalidad. Las tensiones entre los conceptos claves nos hablan de la heterogeneidad del sistema educativo, así como de las particularidades de cada perfil. Pero, sobre todo, los resultados confirman la necesidad de crear marcos conceptuales compartidos respecto a la calidad de la ESOL que reflexionen sobre la calidad educativa desde perspectivas multidimensionales. Incorporar una perspectiva de equidad en las concepciones sobre calidad educativa podría contribuir al diálogo entre los y las agentes involucrados de la ESOL y a una comprensión más reflexiva y situada de esta (Harrison y Mathuews, 2022; Stracke, 2019; Williamson, 2019). Descentrar la mirada de los aspectos técnicos o indicadores cuantitativos permitiría formular nuevas preguntas sobre los conflictos propios de los mercados educativos basados en tecnologías digitales (Houlden y Veletsianos, 2021; Saura et al., 2023) y visibilizar las desigualdades y brechas en los distintos contextos, pero también reforzar su potencial democratizador y de equidad. Algunos aportes en esta línea se han desarrollado a través de la utilización de la perspectiva de género para cuestionar la heteronormatividad y los discursos hegemónicos en la calidad de la educación *online*, así como para politizar las interacciones en las plataformas educativas (Sepúlveda-Parrini, 2023). Sin embargo son temáticas aún emergentes que deberían seguir explorándose.

## REFERENCIAS

- Atenas, J., Beetham, H., Bell, F., Cronin, C., Vu Henry, J. y Walji, S. (2022). Feminisms, technologies and learning: Continuities and contestations. *Learning, Media and Technology*, 47(1), 1-10. <https://doi.org/10.1080/17439884.2022.2041830>
- Barroilhet, A., Ortiz, R., Quiroga, B. F. y Silva, M. (2022). Exploring conflict of interest in university accreditation in Chile. *Higher Education Policy*, 35(2), 479-497. <https://doi.org/10.1057/s41307-020-00217-7>
- Benade, L. (2019). Flexible learning spaces: inclusive by design? *New Zealand Journal of Educational Studies*, 54(1), 53-68. <https://doi.org/10.1007/s40841-019-00127-2>

- Bendixen, C. y Jacobsen, J. C. (2017). Nullifying quality: The marketisation of higher education. *Quality in Higher Education*, 23(1), 20-34. <https://doi.org/10.1080/13538322.2017.1294406>
- Cheng, M. (2017). Reclaiming quality in higher education: A human factor approach. *Quality in Higher Education*, 23(2), 153-167. <https://doi.org/10.1080/13538322.2017.1358954>
- Chung, E., Turnbull, D. y Chur-Hansen, A. (2017). Differences in resilience between 'traditional' and 'non-traditional' university students. *Active Learning in Higher Education*, 18(1), 77-87. <https://doi.org/10.1177/1469787417693493>
- Cohen, L., Manion, L. y Morrison, K. (2009). *Research methods in education*. Routledge.
- Concha-Díaz, V. y Léniz Maturana, L. (2022). Análisis textual sobre la percepción de profesionales de educación parvularia en Chile acerca de las Bases Curriculares. *Revista Educación*. <https://doi.org/10.15517/revedu.v46i2.47957>
- Esfijani, A. (2018). Measuring quality in online education: A meta-synthesis. *American Journal of Distance Education*, 32(1), 57-73. <https://doi.org/10.1080/08923647.2018.1417658>
- Flick, U. (2022). *An introduction to qualitative research*. SAGE Publications.
- Gerón-Piñón, G., Solana-González, P., Trigueros-Preciado, S. y Pérez-González, D. (2021). Management indicators: Their impact on Latin-American universities' accreditation. *Quality in Higher Education*, 27(2), 184-205. <https://doi.org/10.1080/13538322.2021.1890318>
- Gibbs, G. (2018). *Analyzing qualitative data*. SAGE Publications. <https://doi.org/10.4135/9781526441867>
- Glaser, B. G. y Strauss, A. L. (1967). *The discovery of grounded theory: Strategies for qualitative research* (5. paperback print). Aldine Transaction.
- Green, W., Anderson, V., Tait, K. y Tran, L. T. (2020). Precarity, fear and hope: Reflecting and imagining in higher education during a global pandemic. *Higher Education Research & Development*, 39(7), 1309-1312. <https://doi.org/10.1080/07294360.2020.1826029>
- Guest, G., Bunce, A. y Johnson, L. (2006). How many interviews are enough?: An experiment with data saturation and variability. *Field Methods*, 18(1), 59-82. <https://doi.org/10.1177/1525822X05279903>
- Guo, F., Hong, X. y Coates, H. (2020). Accelerated transformation: Designing global online higher education. *Higher Education Research & Development*, 39(7), 1322-1326. <https://doi.org/10.1080/07294360.2020.1824209>
- Harrison, L. M. y Mathuews, K. B. (2022). Three priorities for the future of online education. *Journal of Thought, Spring/summer*, 3-16.
- Harvey, L. y Green, D. (1993). Defining quality. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 18(1), 9-34. <https://doi.org/10.1080/0260293930180102>
- Houlden, S. y Veletsianos, G. (2021). The problem with flexible learning: Neoliberalism, freedom, and learner subjectivities. *Learning, Media and Technology*, 46(2), 144-155. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1833920>
- Huang, R. H., Liu, D., Tlili, A., Yang, J. y Wang, H. (2020). *Handbook on facilitating flexible learning during educational disruption: The Chinese experience in maintaining undisturbed learning in COVID-19 outbreak*. Smart Learning Institute of Beijing Normal University.
- Izcara, S. P. (2007). *Introducción al muestreo*. Editorial Miguel Ángel Porrúa.
- Jung, H., Park, S. W., Kim, H. S. y Park, J. (2022). The effects of the regulated learning supported flipped classroom on student performance. *Journal of*

- Computing in Higher Education*, 34, 132-153. <https://doi.org/10.1007/s12528-02109284-0>
- Jungblut, J., Vukasovic, M. y Stensaker, B. (2015). Student perspectives on quality in higher education. *European Journal of Higher Education*, 5(2), 157-180. <https://doi.org/10.1080/21568235.2014.998693>
- La Rotta, D., Usuga, O. C. y Clavijo, V. (2020). Perceived service quality factors in online higher education. *Learning Environments Research*, 23(2), 251-267. <https://doi.org/10.1007/s10984-019-09299-6>
- Lebart, L., Salem, A. y Bécue Bertaut, M. (2000). *Análisis estadístico de textos*. Milenio.
- Lee, K., Choi, H. y Cho, Y. H. (2019). Becoming a competent self: A developmental process of adult distance learning. *The Internet and Higher Education*, 41, 25-33. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2018.12.001>
- Lockee, B. B. y Clark-Stallkamp, R. (2022). Pressure on the system: increasing flexible learning through distance education. *Distance Education*, 43(2), 342-348. <https://doi.org/10.1080/01587919.2022.2064829>
- Luna Serrano, E., Ponce Ceballos, S., Cordero Arroyo, G. y Cisneros-Cohernour, E. (2018). Marco para evaluar las condiciones institucionales de la enseñanza en línea. *Revista Electrónica de Investigación Educativa*, 20(2), 1-14. <https://doi.org/10.24320/redie.2018.20.2.2072>
- Marciniak, R. y Gairín Sallán, J. (2017). Dimensiones de evaluación de calidad de educación virtual: Revisión de modelos referentes. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 217. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.16182>
- Martin, F., Sun, T. y Westine, C. D. (2020). A systematic review of research on online teaching and learning from 2009 to 2018. *Computers & Education*, 159, 104009. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.104009>
- Martin, F., Sun, T., Westine, C. D. y Ritzhaupt, A. D. (2022). Examining research on the impact of distance and online learning: A second-order meta-analysis study. *Educational Research Review*, 36, 100438. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2022.100438>
- Müller, C. y Mildenberger, T. (2021). Facilitating flexible learning by replacing classroom time with an online learning environment: A systematic review of blended learning in higher education. *Educational Research Review*, 34, 100394. <https://doi.org/10.1016/j.edurev.2021.100394>
- Müller, C., Mildenberger, T. y Steingruber, D. (2023). Learning effectiveness of a flexible learning study programme in a blended learning design: Why are some courses more effective than others? *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 20(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00379-x>
- Neale, J. (2016). Iterative categorization (IC): A systematic technique for analysing qualitative data. *Addiction*, 111(6), 1096-1106. <https://doi.org/10.1111/add.13314>
- Nelson, J. (2017). Using conceptual depth criteria: Addressing the challenge of reaching saturation in qualitative research. *Qualitative Research*, 17(5), 554-570. <https://doi.org/10.1177/1468794116679873>
- O'Dea, X. y Stern, J. (2022). Virtually the same?: Online higher education in the post Covid-19 era. *British Journal of Educational Technology*, 53(3), 437-442. <https://doi.org/10.1111/bjet.13211>
- Ortiz-López, A., Olmos-Migueláñez, S. y Sánchez-Prieto, J. C. (2021). Calidad en e-Learning: Identificación de sus dimensiones, propuesta y validación de un modelo para su evaluación en educación superior. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 24(2), 225. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.29073>

- Oyarce, N. G. F., Leihy, P. S. y Zegers, J. M. S. (2020). Crisis de la Educación Superior en el Chile neoliberal: Mercado y burocracia. *Educar em Revista*, 36, e77536. <https://doi.org/10.1590/0104-4060.77536>
- Qazi, A., Hasan, N., Abayomi-Alli, O., Hardaker, G., Scherer, R., Sarker, Y., Kumar Paul, S. y Maitama, J. Z. (2022). Gender differences in information and communication technology use & skills: A systematic review and meta-analysis. *Education and Information Technologies*, 27(3), 4225-4258. <https://doi.org/10.1007/s10639-021-10775-x>
- Ragusa, A. y Crampton, A. (2017). Online learning: Cheap degrees or educational pluralization? *British Journal of Educational Technology*, 48(6), 1208-1216. <https://doi.org/10.1111/bjet.12489>
- Richardson, J. C., Caskurlu, S., Castellanos-Reyes, D., Duan, S., Duha, M. S., Fiock, H. y Long, Y. (2022). Instructors' conceptualization and implementation of scaffolding in online higher education courses. *Journal of Computing in Higher Education*, 34(1), 242-279. <https://doi.org/10.1007/s12528-021-09300-3>
- Rodríguez, R. (2019). Nativofóbicos, nativofílicos e híbridos: Un análisis de las actuales migraciones juveniles a través de la grounded theory. En S. P. Izcarra Palacios (Ed.), *Sociedades y fronteras: Xenofobias y xenofilias*. Dykinson.
- Sánchez-Gelabert, A., Valente, R. y Duart, J. M. (2020). Profiles of online students and the impact of their university experience. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 21(3), 230-249. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v21i3.4784>
- Saura, G., Cancela, E. y Parcerisa, L. (2023). Privatización educativa digital. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 27(1), 11-37. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v27i1.27019>
- Scharager Goldenberg, J. (2018). Quality in higher education: The view of quality assurance managers in Chile. *Quality in Higher Education*, 24(2), 102-116. <https://doi.org/10.1080/13538322.2018.1488395>
- Sepúlveda-Parrini, P. (2023). Hacia una docencia ciberfeminista: Percepciones sobre la inclusión de la perspectiva de género en carreras de grado en modalidad online en Chile. *Educar*, 59(1), 65-82. <https://doi.org/10.5565/rev/educar.1573>
- Servicio de Información de Educación Superior (SIES). (2022). *Informe 2022. Matrícula de educación superior*. Subsecretaría de Educación Superior, Chile.
- Simbürger, E. y Donoso, A. (2020). Key elements in the naturalisation of neoliberal discourse in higher education in Chile. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 41(4), 559-573. <https://doi.org/10.1080/01596306.2018.1512953>
- Stracke, C. M. (2019). Quality frameworks and learning design for open education. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 20(2). <https://doi.org/10.19173/irrodl.v20i2.4213>
- Tieben, N. (2020). Non-completion, transfer, and dropout of traditional and non-traditional students in Germany. *Research in Higher Education*, 61(1), 117-141. <https://doi.org/10.1007/s11162-019-09553-z>
- Veletsianos, G., Kimmons, R., Larsen, R. y Rogers, J. (2021). Temporal flexibility, gender, and online learning completion. *Distance Education*, 42(1), 22-36. <https://doi.org/10.1080/01587919.2020.1869523>
- Virtanen, M. A., Haavisto, E., Liikanen, E. y Kääriäinen, M. (2018). Ubiquitous learning environments in higher education: A scoping literature review. *Education and Information Technologies*,

- 23(2), 985-998. <https://doi.org/10.1007/s10639-017-9646-6>
- Vlachopoulos, D. y Makri, A. (2021). Quality teaching in online Higher education: The perspectives of 250 online tutors on technology and pedagogy. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (IJET)*, 16(06), 40. <https://doi.org/10.3991/ijet.v16i06.20173>
- Waheed, M., Kaur, K. y Qazi, A. (2016). Students' perspective on knowledge quality in eLearning context: A qualitative assessment. *Internet Research*, 26(1), 120-145. <https://doi.org/10.1108/IntR-08-2014-0199>
- Wajcman, J. (2010). Feminist theories of technology. *Cambridge Journal of Economics*, 34(1), 143-152. <https://doi.org/10.1093/cje/ben057>
- Williamson, B. (2019). New power networks in educational technology. *Learning, Media and Technology*, 44(4), 395-398. <https://doi.org/10.1080/17439884.2019.1672724>
- Xavier, M. y Meneses, J. (2021). The tensions between student dropout and flexibility in learning design: The voices of professors in open online higher education. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 22(4), 72-88. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v23i1.5652>
- Wajcman, J. (2010). Feminist theories of technology. *Cambridge Journal of*

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 18 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 11 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 22 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024



# Una propuesta efectiva de aprendizaje basado en videos: solución para asignaturas universitarias complejas

## An effective video-based learning approach: a solution for complex university subjects



- Alba Gómez-Ortega - *Universidad Rey Juan Carlos, URJC (España)*
- Almudena Macías-Guillén - *Universidad Rey Juan Carlos, URJC (España)*
- Miguel Ángel Sánchez-de Lara - *Universidad Rey Juan Carlos, URJC (España)*
- María Luisa Delgado-Jalón - *Universidad Rey Juan Carlos, URJC (España)*

### RESUMEN

Esta investigación presenta una herramienta que ofrece una ágil solución para aquellas asignaturas universitarias percibidas por los estudiantes con mayor complejidad. La herramienta combina, por un lado, el aprendizaje basado en videos y, por otro, un sistema de baremación de la dificultad, previo a la elaboración de los videos. Como punto de partida, se utiliza el feedback del estudiante para la obtención de un mapa de dificultad de la asignatura. A partir de las balizas identificativas de este mapa, se ha elaborado *ad hoc* un conjunto de videos para abordar las cuestiones clave y de mayor dificultad. Tras utilizar estos videos en la preparación de la materia, los estudiantes han realizado una encuesta de satisfacción, validada cualitativamente por expertos y cuantitativamente por el test Alpha de Cronbach. Los resultados de la encuesta reflejan la utilidad de la propuesta de aprendizaje diseñada y el interés despertado en los estudiantes. Asimismo, mediante un análisis estadístico, se pone de manifiesto una mejora en el rendimiento académico de aquellos que sí tuvieron acceso a estos videos, en comparación con el grupo de control. Utilizando como prueba piloto una asignatura de contabilidad, se ha conseguido llegar a una propuesta de aprendizaje que resulta extrapolable a cualquier ámbito de conocimiento. El sistema propuesto contribuye a un proceso de enseñanza eficaz para los estudiantes y les otorga el rol de protagonistas en su propia formación académica.

**Palabras clave:** mapa de dificultad; aprendizaje visual; contabilidad; retroalimentación; enseñanza superior.

### ABSTRACT

This research presents a tool that offers an agile solution for university subjects perceived by students to be significantly complex. The tool combines, on the one hand, video-based learning and, on the other hand, a system for assessing difficulty prior to the production of videos. As a starting point, student feedback was used to obtain a map of subject difficulty. Based on the identifying markers on this map, a set of ad hoc videos was prepared to address the key and most difficult issues. After using these videos in their preparation in the subject, students completed a satisfaction survey, which was qualitatively validated by experts and quantitatively validated with a Cronbach's alpha test. The results of this survey reflect the usefulness of the designed learning proposal and the interest aroused in the students. Likewise, through statistical analysis, an improvement in the academic performance of students with access to these videos compared to the control group was revealed. Using an accounting subject for a pilot test has enabled the construction of a learning proposal that can be extrapolated to any field of knowledge. The proposed system thus contributes an effective teaching process for students and allows them to be protagonists in their own academic training.

**Keywords:** difficulty map; visual learning; accounting; feedback; higher education.

## INTRODUCCIÓN

Inicialmente esta investigación educativa surgió de los esfuerzos continuos por solucionar dos problemas de una manera eficaz. Por un lado, las dificultades de comprensión propias de la materia contable (Fogarty, 2020; Zhao, 2019), y por otro, la considerable falta de tiempo que en nuestra experiencia docente veníamos observando a la hora de impartir todos los contenidos recogidos en la guía docente de la asignatura de Contabilidad Financiera II. Sin embargo, utilizando como prueba piloto esta asignatura, se ha conseguido llegar a una propuesta de aprendizaje que resulta extrapolable a cualquier ámbito de conocimiento.

En un contexto mundial donde la virtualidad se está posicionando como una modalidad necesaria para conseguir las metas de la educación superior, en cuanto a la mejora de la cobertura y una educación de calidad que garantice la permanencia y la graduación de los estudiantes (Segovia-García et al., 2022), surgió repentinamente la situación de la pandemia del COVID-19. Ello supuso sin duda el escenario más excepcional al que ha tenido que enfrentarse la sociedad en lo que llevamos de lapso y que supuso el cierre de las instituciones académicas de todo el mundo (Caurcel y Crisol, 2022), dando lugar a que la comunidad universitaria desarrollase diferentes estrategias como un intento para adaptarse a la nueva situación (Cleland et al., 2020; Martín-Cuadrado et al., 2021).

El aprendizaje habilitado por las tecnologías de la información ha estado en el corazón de la educación durante la crisis del COVID-19 y muchos docentes manifiestan su deseo de conseguir guías de buenas prácticas basada en evidencias y ejemplos en esta materia (Sangster et al., 2020). Ello dio lugar a la necesidad imprescindible de subsanar la dificultad suscitada a la presencialidad en la docencia, reforzando aún más nuestro empeño de elaborar un material ajustado para tal efecto, a través de videos sobre cuestiones de mayor complejidad, basados en el *feedback* de los estudiantes, convirtiéndolos así en activos colaboradores a la hora de crear un material concurrente con las circunstancias del momento.

El video tiene características únicas que lo convierten en un enfoque efectivo para mejorar los resultados de aprendizaje y la satisfacción de los estudiantes, dada su flexibilidad y su alto potencial motivacional, pudiendo mejorar y reemplazar parcialmente los enfoques de aprendizaje tradicionales (Yousef et al., 2014a).

El aprendizaje basado en videos ha demostrado ser una herramienta de enseñanza efectiva para el docente en cuestiones tales como el desarrollo de debates críticos colaborativos, la promoción pública de la práctica docente y la investigación teórica relacionada con problemas prácticos (Brame, 2016; Ljubojevic et al., 2014; Kay 2012; Sablić et al., 2021; Vedder-Weiss et al., 2019). En lo que se refiere a la materia de contabilidad, Camacho-Miñano et al. (2016) recoge que los recursos multimedia son un instrumento didáctico motivador y válido para su aprendizaje en contabilidad financiera.

Por otra parte, el instrumento de “preguntas frecuentes” se emplea cada vez más para reducir los tiempos de respuesta. Se podrían entender como una enumeración de preguntas y respuestas que surgen de forma habitual, dentro de un contexto concreto y relacionadas con un determinado tema (Villaseñor Rodríguez, 2014). Es indudable que pueden llegar a ser una herramienta metodológica útil en el ámbito académico para cubrir determinadas necesidades de información y fueron el germen de la idea que llevó a la presente investigación a evaluar aquellas cuestiones que resultan de mayor complejidad para el estudiante y que se plantean con mayor frecuencia a la hora de abordar una asignatura.

El aprendizaje basado en videos formativos aparece de forma recurrente en la literatura (Sablíć et al., 2021; Yousef et al., 2014b), sin embargo, podemos afirmar que no hemos encontrado ninguna investigación que trate de forma combinada esta metodología docente con un sistema previo de baremación de la dificultad.

El propósito de esta investigación no radica, únicamente, en mostrar una actividad de aprendizaje basado en videos a través de videos formativos al uso. Esta investigación pretende contribuir al grueso de la literatura mostrando el proceso que da lugar a la mejora de la práctica docente en educación superior, a través de la creación de un activo formativo elaborado por docentes a partir del *feedback* del alumno. En relación con la retroalimentación, numerosos autores analizan este componente central del proceso de aprendizaje como una herramienta, que más que un instrumento correctivo debe entenderse como aquella capaz de ayudar al estudiante a clasificar sus dudas, así como un medio para mejorar el aprendizaje, es decir, una forma de medir el conocimiento, las habilidades y la comprensión de los estudiantes (Chugh et al., 2022; Evans, 2013; Nicol et al., 2014; Scott, 2014).

En la actualidad existen evidencias de un cambio de representaciones de retroalimentación centradas en la transmisión del estudiante, donde los estudiantes se posicionan cada vez más como actores activos en los procesos de retroalimentación (Winstone et al., 2022). Este trabajo se ha centrado precisamente en esa dirección, un *feedback* recibido del alumno y dirigido al profesor, para que éste tenga conocimiento de sus dificultades de aprendizaje.

El objetivo de esta experiencia reside en reforzar el proceso de enseñanza-aprendizaje, en asignaturas universitarias complejas, mediante la colaboración entre estudiantes y profesores, para generar un material accesible y que pueda influir positivamente en la motivación de los estudiantes, demostrando la eficacia del recurso multimedia contrastándolo con su percepción.

Partiendo de este objetivo, con el presente estudio se pretenden contrastar las siguientes hipótesis:

*H1: Los estudiantes valoran positivamente la utilidad del aprendizaje basado en videos y su contribución en la preparación de la materia.*

*H2: El uso de la herramienta propuesta de videos, basados en un sistema de baremación de la dificultad, contribuye a la mejora en los resultados de los estudiantes.*

La primera hipótesis va a condicionar la estructura de la encuesta de satisfacción, de tal manera que se pueda contrastar analizando los resultados de ésta desde una triple perspectiva: la utilidad para profundizar en la preparación de la materia, la utilidad como herramienta que complementa el material común de la asignatura y la utilidad del proceso diseñado como metodología docente.

La segunda hipótesis se contrastará mediante un análisis estadístico de las calificaciones de los estudiantes, comparando las de los estudiantes que sí han tenido acceso a los videos con las del grupo de control, que no tuvieron acceso.

## METODOLOGÍA

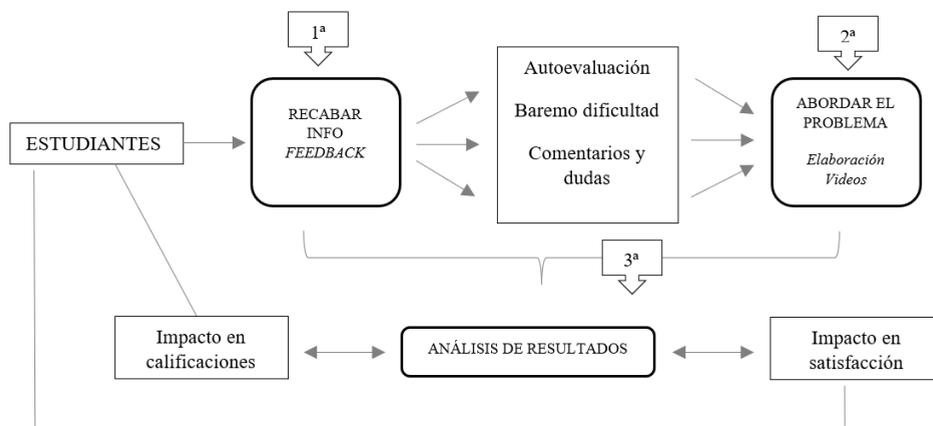
En este apartado se explicará todo el proceso seguido para el desarrollo del proyecto, incluyendo las fases que lo componen, los estudiantes que han participado y las herramientas que se han utilizado en su elaboración.

### Procedimiento

La asignatura que se ha utilizado como prueba piloto, Contabilidad Financiera II, en el grado de Administración y Dirección de Empresas, adolece de dos problemas necesarios de abordar. Por un lado, la asignatura tiene un contenido muy amplio que necesitaría de un mayor número de horas de trabajo en el aula y, por otro, se pone de manifiesto la reiteración de dudas muy habituales que los estudiantes plantean en tutorías individuales. La asignatura en cuestión consta de cinco temas, cada uno de ellos con una parte práctica muy importante.

El Proyecto se desarrolla en tres etapas que se representan en la Figura 1.

**Figura 1**  
*Etapas del proyecto*



*Fuente:* elaboración propia.

La primera etapa, es la etapa del Feedback. Al finalizar cada uno de los temas se facilitó al estudiante un cuestionario a cumplimentar. Como resultado de esta primera fase se obtuvo el Mapa de Dificultad de la asignatura, proporcionando balizas identificativas de las cuestiones que mayor complejidad generan a los estudiantes. Además, ofreció una herramienta de refuerzo y mejora para los alumnos, puesto que les permitió comprobar en qué partes de cada tema fallaban más y tenían más dudas por resolver.

La segunda etapa, es aquella en la que se aborda el problema y se procede a la elaboración de los videos, que tuvo lugar en el siguiente curso académico. En dicho curso se utilizaron por primera vez estos videos como material de apoyo para un grupo de alumnos, a modo de grupo piloto, con quienes pudimos constatar la utilidad de los mismos. Además, debido a que la modalidad de docencia no fue totalmente presencial con motivo del COVID-19, se consiguió reforzar el material de los alumnos de una manera interactiva y dinámica.

Finalmente, la tercera etapa comprende el análisis de resultados, que tuvo lugar en la tercera promoción objeto de este estudio. Se realizaron nuevas grabaciones para todos los videos, con un servicio técnico profesional y se pusieron a disposición de un amplio colectivo de estudiantes que cursaron la asignatura. Estos estudiantes respondieron a una encuesta de satisfacción que ha permitido evaluar el grado de utilidad de este proyecto y su posible aplicación en otras asignaturas. En el presente estudio, se realiza un análisis de los resultados alcanzados por parte de los alumnos, comparando las calificaciones obtenidas en estos grupos y en otros que no pudieron disponer de estos videos, considerados como grupos de control.

## Participantes

La idea principal ha sido hacer partícipe al estudiante en cada una de las fases que componen el proyecto. Al haberse llevado a cabo a lo largo de tres cursos académicos, podemos diferenciar cuatro grupos de estudiantes con roles distintos en función de la fase del proyecto.

1. *Grupo de estudiantes que participaron en la fase de obtención del feedback*, en el primer año de la investigación. Estos alumnos cumplieron el cuestionario elaborado al final de cada tema de la asignatura (recogidos en la sección 2.3.1).
2. *Grupo de estudiantes que utilizó por primera vez los videos elaborados y proporcionaron una primera evaluación sobre su utilidad*, en la segunda promoción objeto de esta investigación. Esta etapa reforzó la idea de seguir adelante con el proyecto con un alcance mayor en la siguiente promoción.
3. *Grupos de estudiantes que utilizaron los videos durante la tercera promoción*. Los videos se pusieron a disposición de un total de 210 estudiantes de tres profesores diferentes. Uno de ellos participó en la grabación de los videos y los otros dos no. A estos estudiantes se les facilitó una encuesta de satisfacción para evaluar la utilidad del proyecto.
4. *Grupos de estudiantes utilizados como grupos de control, que cursaron la asignatura en la segunda promoción sin acceso a los videos*. Para contrastar si se contribuye a la mejora de los resultados, se analizan las calificaciones de 230 estudiantes a los que los tres profesores dieron clase y que no tuvieron acceso a los videos y se comparan con los 210 estudiantes que sí los utilizaron.

## Instrumento

En esta sección se explican las herramientas utilizadas en cada una de las fases del proyecto.

### *Elaboración de cuestionarios para la obtención del feedback del estudiante*

El punto de partida del proyecto es la elaboración de un cuestionario a cumplimentar por los alumnos al finalizar cada tema. Este sistema permitió recoger la información necesaria para la posterior elaboración de los videos. Estos cuestionarios se parametrizaron a través de la plataforma “Socratic” de libre acceso y que permite interactuar con los estudiantes por medio de diferentes funcionalidades. Contienen tres partes claramente diferenciadas:

Una primera parte, que contiene un sistema de autoevaluación sobre los conocimientos adquiridos en el tema (véase Anexo I, donde se muestra un ejemplo para el Tema 3 sobre instrumentos financieros).

Una segunda parte, donde el alumno señala el grado de dificultad de las distintas cuestiones abordadas en el tema, empleando para ello la escala de Likert de 1 a 5 (véase Anexo II, donde se muestra un ejemplo para el Tema 3 sobre instrumentos financieros).

Y, finalmente, una tercera parte con posibilidad de expresar de manera abierta, dudas y comentarios sobre el tema.

Para comprobar la fiabilidad de las respuestas registradas por los estudiantes, se ha realizado la prueba Alpha de Cronbach sobre las preguntas de autoevaluación y las de baremación del grado de dificultad. La Tabla 1 muestra cómo en los cuestionarios de todos los temas se alcanza un resultado mínimo de 0,7. Los valores aceptables oscilan entre 0,70 y 0,95 (Bland y Altman, 1997; Hair et al., 2019; Reyes-Menéndez et al., 2019), lo que indicaría una baja dispersión en las respuestas registradas y una cierta homogeneidad o tendencia.

**Tabla 1**

*Alpha de Cronbach de las preguntas de feedback cuantificables*

Tema	Resumen de procesamiento de casos		Estadísticas de fiabilidad		
	N	%	Alfa de Cronbach	N de elementos	
Tema 1	Casos válidos	130	94,2	0,820	18
Tema 2	Casos válidos	100	94,3	0,711	17
Tema 3	Casos válidos	95	94,1	0,711	17
Tema 4	Casos válidos	87	87,9	0,732	16
Tema 5	Casos válidos	75	84,3	0,727	16

*Fuente:* elaboración propia.

*Elaboración de los videos*

La elaboración de los videos tuvo lugar en dos fases. Por un lado, una primera fase en la cual los profesores que participan en el proyecto realizaron la grabación de los videos por sus propios medios, a través de herramientas de libre acceso. Esta primera grabación fue la que se puso a disposición de los alumnos por primera vez, en la segunda promoción, para conseguir una primera impresión de los videos. Por otro lado, una segunda fase, en la cual, para realizar una grabación profesional de los videos, se obtuvo financiación en la I Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente de la Facultad de Ciencias Jurídicas y Sociales de la Universidad Rey Juan Carlos.

Los videos están depositados en un canal YouTube para poder compartir el enlace con los alumnos en el Aula Virtual de la universidad. Los videos pueden visualizarse en los siguientes enlaces:

**Tabla 2***Enlaces de acceso a los videos en YouTube*

TEMA	ENLACE
<b>TEMA 1. Inmovilizado material</b>	
TEMA 1.1 El cálculo del deterioro de valor	<a href="https://youtu.be/l3MGI953bPY_">https://youtu.be/l3MGI953bPY_</a>
TEMA 1.2 El recálculo de la cuota de amortización tras deterioro	<a href="https://youtu.be/SP32ENY5osY">https://youtu.be/SP32ENY5osY</a>
TEMA 1.3 Reversión del deterioro de valor y límites de la reversión	<a href="https://youtu.be/nfNWPoX-3z4">https://youtu.be/nfNWPoX-3z4</a>
<b>TEMA 2. Inmovilizado intangible</b>	
TEMA 2.1 Resultado final de los gastos de I+D en balance. Parte 1	<a href="https://youtu.be/l_oxRovF4Nc">https://youtu.be/l_oxRovF4Nc</a>
TEMA 2.1 Resultado final de los gastos de I+D en balance. Parte 2	<a href="https://youtu.be/CnrUmTsa9vg">https://youtu.be/CnrUmTsa9vg</a>
TEMA 2.2 Diferencia entre derechos de traspaso y gastos por arrendamiento	<a href="https://youtu.be/xAOob-fwoFc">https://youtu.be/xAOob-fwoFc</a>
TEMA 2.3 Fondo de comercio	<a href="https://youtu.be/UkgAE3-RnPg">https://youtu.be/UkgAE3-RnPg</a>
<b>TEMA 3. Instrumentos financieros I</b>	
TEMA 3.1 Efecto dilución	<a href="https://youtu.be/HkZepPsfCeI">https://youtu.be/HkZepPsfCeI</a>
TEMA 3.2 Valores y primas en renta fija	<a href="https://youtu.be/AkPliLVqfno">https://youtu.be/AkPliLVqfno</a>
TEMA 3.3 Rentabilidad devengada y no vencida antes de la compra	<a href="https://youtu.be/6kz8fOL4fT8">https://youtu.be/6kz8fOL4fT8</a>
<b>TEMA 4: Instrumentos financieros II</b>	
TEMA 4.1 Coste amortizado como criterio de valoración. Parte 1	<a href="https://youtu.be/PNvZea7Qd3o">https://youtu.be/PNvZea7Qd3o</a>
TEMA 4.1 Coste amortizado como criterio de valoración. Parte 2	<a href="https://youtu.be/Xik_bZEcAHM">https://youtu.be/Xik_bZEcAHM</a>
TEMA 4.2 Tipo de interés explícito e implícito	<a href="https://youtu.be/epyqa_xylFU">https://youtu.be/epyqa_xylFU</a>
TEMA 4.3 Intereses devengados vencidos y no vencidos	<a href="https://youtu.be/GFfPuyACXhk">https://youtu.be/GFfPuyACXhk</a>

*Fuente:* elaboración propia.

### *Cuestionario de satisfacción para la evaluación de la utilidad de los videos*

El cuestionario de satisfacción realizado a los estudiantes ha experimentado un proceso de validación cualitativa por parte de tres revisores expertos en innovación educativa y que pertenecen a tres universidades públicas diferentes<sup>1</sup>. En la Tabla 3 se muestra el proceso de validación de manera resumida.

**Tabla 3***Validación cualitativa del cuestionario de satisfacción por expertos*

INICIAL	REVISOR 1	REVISOR 2	REVISOR 3	COMÚN	FINAL
PREGUNTA 1	✓	●	✓	●	PREGUNTA 1
	+	+	+	+	PREGUNTA 2
PREGUNTA 2	✓	✓	✓	✓	PREGUNTA 3
	+	+	+	+	PREGUNTA 4
	+	+	+	+	PREGUNTA 5
			+	+	PREGUNTA 6
	+			+	PREGUNTA 7
PREGUNTA 3	✓	✓	✓	✓	PREGUNTA 8
PREGUNTA 4	✓	✓	✓	✓	PREGUNTA 9
PREGUNTA 5	✓	✓	✓	✓	PREGUNTA 10
PREGUNTA 6	✓	●	●	●	PREGUNTA 11
PREGUNTA 7	●	✓	✓	●	PREGUNTA 12
PREGUNTA 8	●	✓	●	●	PREGUNTA 13
PREGUNTA 9	✓	✓	●	●	PREGUNTA 14
	+	+	+	+	PREGUNTA 15
			+	+	PREGUNTA 16
PREGUNTA 10	✓	✓	✓	✓	PREGUNTA 17
PREGUNTA 11	✓	✓	✓	✓	PREGUNTA 18
PREGUNTA 12	✓	✓	✓	✓	PREGUNTA 19

Leyenda: ✓ Validada; ✗ Eliminada; + Añadida; ● Modificada

Fuente: elaboración propia.

Asimismo, esta encuesta de satisfacción ha sido validada de manera cuantitativa, mediante la aplicación de la prueba Alpha de Cronbach, arrojando un resultado de 0.925, para un total de 106 estudiantes. Los valores aceptables oscilan entre 0,70 y 0,95 (Bland y Altman, 1997; Hair et al., 2019; Reyes-Menéndez et al., 2019), lo que indicaría una baja dispersión en las respuestas de la encuesta. En el Anexo III, se pueden ver las preguntas del cuestionario definitivo.

## RESULTADOS

En este apartado se analizarán los resultados conseguidos en cada una de las fases del proyecto.

## Evaluación del *feedback* del alumno y obtención del mapa de dificultad de la asignatura

Comenzando con la fase de recopilación de información, se analizarán los resultados diferenciando cada una de las tres partes del cuestionario y la obtención del mapa de dificultad generado. Toda esta información será la base para la elaboración de los videos.

### *Análisis de las respuestas obtenidas de la autoevaluación*

En esta primera parte, los estudiantes tenían que contestar cinco preguntas de naturaleza teórico-práctica de cada tema. Los resultados que se obtuvieron están detallados en la Tabla 4 y muestran que, en general, en todos los temas no se llegó a una media de tres respuestas correctas, lo que indica el grado de dificultad que para el alumno puede suponer esta asignatura.

**Tabla 4**

*Estadísticos descriptivos de las preguntas de autoevaluación*

<i>Estadísticos descriptivos</i>					
<b>Respuestas correctas</b>	<b>N</b>	<b>Min</b>	<b>Max</b>	<b>Media</b>	<b>Desv.</b>
TEMA 1	138	0	5	2,72	1,25
TEMA 2	107	0	5	2,54	1,35
TEMA 3	106	0	5	2,72	1,45
TEMA 4	98	0	5	2,84	1,34
TEMA 5	89	0	5	2,74	1,18

*Fuente:* elaboración propia.

Desde el punto de vista estadístico la mayor dispersión se encuentra en el Tema 3, que es donde pueden surgir más dudas. Si se estudian los resultados por temas son pocas las preguntas que alcanzan un porcentaje del 75 % de aciertos.

### *Análisis de las preguntas de baremación de la dificultad*

En este segundo apartado, los estudiantes identifican el grado de dificultad de los ítems que componen cada tema, en una escala de Likert de 1 a 5. Siendo 1 el menos complejo y 5 el más complejo.

Con respecto al Tema 1, correspondiente al inmovilizado material, según las respuestas de la Tabla 5, ninguno de los contenidos sobre los que se les preguntan

bajan del 3 como grado de dificultad media. Por lo que estimamos que el grado de dificultad de este tema es medio-alto. Si profundizamos sobre los contenidos que les crea más dificultad, podemos ver que hay dos en concreto que se aproximan a 4. Estos puntos corresponden con la valoración posterior de los elementos del inmovilizado no financiero, en concreto, la problemática de la reversión del deterioro de valor y su registro contable.

**Tabla 5**

*Estadísticos descriptivos de las preguntas de baremación de la dificultad*

	TEMA 1			TEMA 2			TEMA 3			TEMA 4			TEMA 5		
	N	Me- dia	Desv.												
LIK 1	133	3,16	1,01	104	2,98	1,01	95	3,19	1,10	90	2,72	1,10	79	2,67	0,93
LIK 2	132	3,35	0,95	101	3,10	0,85	95	3,00	1,15	90	2,88	1,16	79	3,11	1,03
LIK 3	132	3,02	0,99	101	3,22	0,95	95	3,33	1,00	90	3,27	1,07	77	2,56	0,92
<b>LIK 4</b>	132	3,14	1,09	101	3,49	0,84	95	3,69	0,92	89	3,53	0,91	77	3,16	0,97
LIK 5	132	3,32	0,98	101	3,27	1,02	95	3,28	1,02	89	3,24	1,01	77	3,16	1,04
LIK 6	132	3,29	1,06	101	3,23	0,97	95	3,45	0,98	89	3,36	1,07	76	2,91	1,09
LIK 7	131	3,47	0,96	100	3,39	0,99	95	3,41	0,94	88	3,42	1,12	75	2,84	1,09
LIK 8	130	3,55	0,97	100	3,37	0,98	95	3,29	0,99	88	3,32	1,09	75	2,77	1,03
<b>LIK 9</b>	130	3,86	1,02	100	3,59	1,03	95	3,43	1,03	88	3,64	0,98	75	3,57	1,08
<b>LIK 10</b>	130	3,39	1,08	100	3,19	0,93	95	3,53	1,02	87	3,55	0,89	75	3,16	1,05
LIK 11	130	3,24	1,10	100	3,05	1,10	95	3,48	1,04	87	3,45	0,93	75	3,27	0,92
<b>LIK 12</b>	130	3,37	0,99	100	3,46	1,02	95	3,83	0,97	-	-	-	-	-	-
<b>LIK 13</b>	130	3,72	1,04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

*Fuente:* elaboración propia.

Al analizar los resultados obtenidos en el Tema 2, sobre inmovilizado intangible, observamos que, de manera general, hay un grado de dificultad superior a tres, siendo medio-alto. Los conceptos que resultan más complejos hacen referencia a la valoración posterior. Por ello, los videos que se realizarán en el tema anterior serán también de utilidad para este tema. Otro de los puntos que dificultan la comprensión de los alumnos son la valoración de los gastos de investigación y desarrollo y su proceso de activación. Los continuos cambios y desarrollos normativos referentes al fondo de comercio, así como la diferencia entre los derechos de traspaso y los gastos por arrendamientos, son otros de los puntos a los que se dedicarán una atención especial en el desarrollo de los videos.

El Tema 3, referido a los instrumentos financieros, es de los temas más complejos de la asignatura, tal y como se comentó al analizar los ejercicios de autoevaluación. En este tema se estudian la clasificación y características de dichos instrumentos financieros, estableciendo las diferencias entre acciones y valores representativos de deuda. Son las operaciones con acciones, y en concreto las ampliaciones de capital, las que los alumnos perciben con un grado de dificultad alta. De manera específica, se requieren explicaciones más detalladas del efecto dilución que se genera en estas ampliaciones, aspecto que recoge la pregunta LIK3.4 (*Tema 3, pregunta 4*) en la Tabla 5. Cuando se estudian los valores representativos de deuda, los alumnos necesitan reforzar el cálculo de su valoración inicial, reflejado en la pregunta LIK3.12. Concretamente, los alumnos aluden dificultad cuando hay rentabilidad anunciada o devengada antes de la adquisición.

Los resultados obtenidos en la baremación del Tema 4, referidos a activos y pasivos financieros a coste amortizado, reflejan un grado de dificultad medio-alto. Los conceptos que mayor complejidad generan son los referidos al criterio de valoración del coste amortizado, la diferencia entre intereses implícitos y explícitos, así como su registro contable. Esta información queda registrada en las preguntas LIK 4.4, LIK4.9 y LIK4.10.

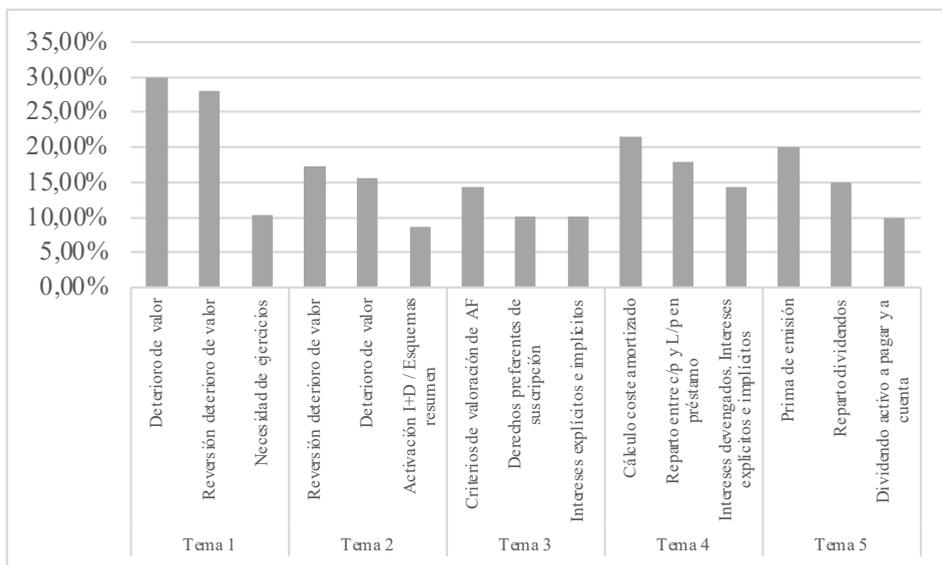
El Tema 5, en el que se explican los contenidos del patrimonio neto, es en principio el que menos complejidad perciben los alumnos. Se observa en la Tabla 5 que hay menos puntos en los que se supere el 3 de grado medio de dificultad. La cuestión que necesita una explicación más detallada son el concepto de subvenciones reintegrables y no reintegrables y su registro contable cuando financian un bien de inmovilizado no financiero.

### *Análisis pregunta abierta*

Como se puede observar en la Figura 2, en la pregunta abierta planteada se vuelven a poner de manifiesto los conceptos que les resultan más complejos a los estudiantes. Esta vez de una forma libre y sin condicionar previamente con preguntas por parte del profesor. Las respuestas registradas fueron tipificadas buscando nexos o denominadores en común.

Como cuestiones adicionales, plantean la necesidad de aumentar el número de ejercicios a realizar o la realización de esquemas para facilitar su comprensión. Lo que justifica aún más el uso de los videos como herramienta en este proyecto.

**Figura 2**  
Tipificación de las respuestas a la pregunta abierta



Fuente: elaboración propia.

### Obtención del mapa de dificultad

Con el objetivo de obtener la baremación de complejidad de una forma visual, se ha construido el mapa de dificultad para cada uno de los temas que componen la asignatura. Para su elaboración, se ha establecido una serie de criterios que permiten concluir sobre los distintos colores que representan un semáforo y que pueden verse en la Tabla 6:

**Tabla 6**  
Definición de criterios para la construcción del mapa de dificultad

Criterio establecido	Resultado
<b>PRIMERA PARTE: autoevaluación</b>	
<i>Registros en respuesta correcta (en %)</i>	
Superior al 50	Verde
Entre un 30 y un 50 (o igual)	Amarillo
Inferior o igual al 30	Rojo

<b>Criterio establecido</b>	<b>Resultado</b>
<i>Registros en respuesta incorrecta (en %)</i>	
Inferior o igual al 10	Verde
Entre un 10 y un 30 (o igual)	Amarillo
Superior al 30	Rojo
<i>SEGUNDA PARTE: grado de dificultad. Solo si las respuestas &gt;30 %</i>	
Likert 1 y 2	Verde
Likert 3	Amarillo
Likert 4 y 5	Rojo
<i>TERCERA PARTE: pregunta abierta (en %)</i>	
Conceptos relacionados inferior o igual al 2	Verde
Conceptos relacionados entre el 2 y el 10	Amarillo
Conceptos relacionados iguales o superiores al 10	Rojo

*Fuente:* elaboración propia.

La Figura 3 presenta el mapa resultante para el Tema 3 sobre instrumentos financieros, mostrando un resultado global sobre cada cuestión planteada, indicando poca, media o alta dificultad, en función de si el color es verde, amarillo o rojo, respectivamente. Para ello, se han aplicado los criterios definidos previamente sobre las respuestas registradas.

A modo ilustrativo, en la pregunta 3, se obtiene un grado de dificultad baja, porque se registra un porcentaje superior al 50 % en la respuesta correcta, mientras que se registró un porcentaje inferior al 10 % en cada una de las incorrectas.

**Figura 3**  
Mapa de dificultad del Tema 3-Instrumentos Financieros

EJ3.1	En relación a los Valores Representativos de Deuda:	A. Suponen participaciones en el capital de otra sociedad. 15%	B. Generan rentabilidad variable, ya que depende de los resultados de la sociedad y de las decisiones de los órganos de gobierno. 34%	C. Generan rentabilidad fija y asegurada por contrato 47%	D. Ninguna de las anteriores. 6%
EJ3.2	Indique cuál de los siguientes elementos no es un activo financiero:	A. Inversiones financieras a largo plazo. 7%	B. Débitos por operaciones comerciales, proveedores y acreedores varios. 64%	C. Créditos a terceros: como préstamos concedidos. 12%	D. Efectivo y otros activos líquidos equivalentes. 18%
EJ3.3	Los títulos de renta variable adquiridos con el objetivo de venderlos en el corto plazo, se clasificarán como:	A. Una inversión mantenida hasta el vencimiento. 9%	B. Un activo financiero mantenido para negociar. 77%	C. Un activo financiero valorado a coste histórico. 8%	D. Un préstamo a cobrar. 5%
EJ3.4	La empresa ABC tiene 200 acciones del capital social de la empresa XYZ. XYZ realiza una ampliación de capital en la proporción de 1 acción nueva por cada 4 antiguas. ABC decide suscribir 25 acciones nuevas. Señale la respuesta correcta:	A. La empresa ABC tiene 50 derechos preferentes de suscripción en la ampliación. 35%	B. La empresa ABC utiliza 100 DPS para poder comprar las 25 acciones nuevas. 44%	C. La empresa ABC venderá 50 DPS sobrantes en esta operación. 12%	D. La empresa necesita adquirir DPS adicionales para comprar las 25 acciones nuevas. 8%
EJ3.5	La empresa JKL posee 1.250 acciones de la empresa PQR con el propósito de venderlas a corto plazo. El precio de compra fue de 12 € y su valor nominal de 10 € cada acción. A 31 de diciembre el valor de cotización de las acciones es de 13 €. En esta fecha la empresa JKL debe:	A. Contabilizar un deterioro de valor por un importe de 1.250 €. 14%	B. Contabilizar una pérdida de naturaleza financiera de 1.250 €. 19%	C. Contabilizar un beneficio de naturaleza financiera de 1.250 €. 56%	D. No tiene que realizar ningún registro contable. 8%

UK3.1	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con los elementos que deben considerarse como activos financieros.	1 11%	2 9%	42%	4 26%	5 12%
UK3.2	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con la diferencia entre un instrumento de patrimonio y un valor representativo de deuda.	1 12%	2 20%	36%	4 22%	5 11%
UK3.3	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con las operaciones con derechos preferentes de suscripción.	1 5%	2 12%	40%	32%	5 12%
UK3.4	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con el cálculo del efecto dilución en una ampliación de capital.	1 1%	2 8%	31%	40%	5 20%
UK3.5	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con la clasificación de los activos financieros a efectos de su valoración.	1 3%	2 21%	32%	33%	5 12%
UK3.6	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con el coste amortizado como criterio de valoración de los activos financieros.	1 3%	2 13%	34%	37%	5 14%
UK3.7	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con el valor razonable como criterio de valoración de los activos financieros.	1 3%	2 11%	40%	35%	5 12%
UK3.8	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con el coste histórico como criterio de valoración de los activos financieros.	1 3%	2 18%	36%	33%	5 11%
UK3.9	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con el cálculo del deterioro de valor de las inversiones financieras.	1 5%	2 9%	38%	32%	5 16%
UK3.10	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con la comprensión de los distintos valores que puede tener un instrumento de renta fija o de deuda (VN, VE, VReemb.).	1 1%	2 17%	3 29%	34%	5 19%
UK3.11	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con la diferencia entre intereses implícitos y explícitos asociados a los Valores Representativos de Deuda.	1 2%	2 16%	33%	31%	5 19%
UK3.12	Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con la influencia en la valoración inicial de las inversiones financieras de la rentabilidad de dichas inversiones anunciada o devengada y no vendida antes de la adquisición.	1 2%	2 6%	3 25%	39%	5 27%
AB.3.1	Formule una pregunta que necesite que le sea explicada, clarificada o resuelta por el profesor:	VALOR RAZONABLE 4%	VN, VE, VREEMB Y PRIMAS 6%	VALORES REPRESENTATIVOS DE DEUDA 8%	INTERESES EXPLÍCITOS E IMPLÍCITOS 10%	CRITERIOS DE VALORACIÓN DE AF 14%
AB.3.2	Formule otra segunda y última pregunta que necesite que le sea explicada, clarificada o resuelta por el profesor:	OTROS (10 ÍTEM) 25%	DETERIORO DE VALOR 4%	INTERESES DEVENGADOS 6%	CONCEPTOS ACTIVOS FINANCIEROS 8%	DERECHOS PREFERENTES DE SUSCRIPCIÓN 10%

Fuente: elaboración propia.

## Resultados de la encuesta de satisfacción

Una vez que los videos se encuentran disponibles para los estudiantes, resulta necesario conocer su opinión sobre la utilidad de éstos para la preparación de la

asignatura. Para ello, se realizó una encuesta de satisfacción en la que se obtuvieron 106 respuestas que pasamos a analizar.

Con respecto a la visión que se tiene de la asignatura, podemos observar que el 62,26 % de los alumnos la perciben como difícil o muy difícil, lo que lleva asociado un trabajo de más de 10 horas a la semana para el 91,51 % de los encuestados. La herramienta de videos, basados en la baremación de dificultad del estudiante, puede ayudar a reducir el grado de complejidad de una asignatura, de cualquier ámbito de conocimiento, sin necesidad de incrementar significativamente el tiempo invertido, puesto que los videos tienen una orientación docente predefinida que permiten guiar al estudiante en su preparación. Prueba de ello, es que el 80 % de los alumnos afirman que los videos les permitieron profundizar en el aprendizaje y la preparación de los temas y el 85,85 % consideró útil y muy útil la experiencia con los videos. En cuanto a su calidad técnica hay mayor dispersión, en una escala del 1 a 5, el 21 % muestra una valoración de 3, aunque a nivel general, los estudiantes califican el formato de calidad alta y profesional en un 77,36 %.

Estos porcentajes se ven reforzados e indican una valoración real de los mismos ya que más del 82 % de los estudiantes afirman que han visualizado todos los videos o han dejado pendientes de ver uno o dos de ellos.

Es destacable observar que al 82 % de los estudiantes les ha resultado interesante o muy interesante, lo que refuerza la idea de la utilidad del uso de esta metodología, teniendo en cuenta que para ninguno de los encuestados ha supuesto una pérdida de tiempo.

Por último, la percepción positiva sobre el grado de utilidad de la herramienta de los videos alcanza el 91 % de las respuestas, siendo un punto de partida para el fomento del uso de estos materiales aplicables para las enseñanzas tanto en remoto como presenciales.

Por todo lo anterior, y con los datos obtenidos podemos confirmar que la Hipótesis 1 planteada: “los estudiantes valoran positivamente la utilidad del aprendizaje basado en videos y su contribución en la preparación de la materia”, queda contrastada.

## Contraste de calificaciones alcanzadas sin vídeos y con vídeos

En primer lugar, en la Tabla 7 se muestran los principales estadísticos descriptivos, diferenciando entre las calificaciones de estudiantes del grupo de control, que no tuvieron acceso a los vídeos, y las de aquellos que sí tuvieron acceso. Los resultados se muestran tanto para la convocatoria ordinaria (mayo), como para la convocatoria extraordinaria (junio) y la calificación final de todo el grupo, teniendo en cuenta ambas.

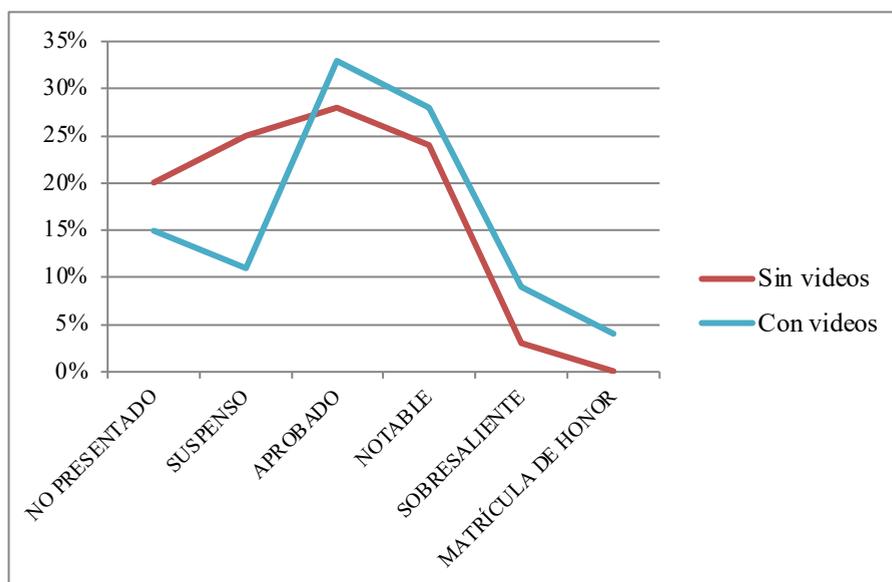
**Tabla 7**  
*Estadísticos descriptivos calificaciones*

		Media	Desv.	Min	Max
Sin acceso a los videos	May	5.19	2.18	1	9.6
	Jun	5.06	1.72	0.75	8.75
	Final	5.81	1.96	0.75	9.6
Con acceso a los videos	May	5.30	2.89	0.38	10
	Jun	6.04	1.81	1.01	9.2
	Final	7.73	2.04	0.74	10

Fuente: elaboración propia.

Según los datos de la tabla anterior, en ambas convocatorias se observa una mejoría en los grupos de estudiantes que sí tenían acceso a los vídeos. Esta mejoría se refleja de manera más significativa si se comparan las calificaciones finales obtenidas por cada grupo de estudiantes. En la Figura 4, se comparan gráficamente las calificaciones finales por categoría.

**Figura 4**  
*Comparativa de las calificaciones finales por categoría*



Fuente: Elaboración propia.

A nivel global, en los grupos de estudiantes con acceso a los videos existe un menor absentismo en los exámenes, lo que puede indicar una mayor seguridad en el estudiante al contar con esta herramienta en la preparación de la materia. Asimismo, existe un menor porcentaje de suspensos y un mayor volumen de aprobados. Cabe destacar, que las calificaciones más altas prácticamente no se registran en los grupos de control. Además, observando la Figura 4, se puede apreciar que hay un cambio de tendencia muy significativo y pronunciado entre el suspenso y el aprobado para el grupo de estudiantes que tuvieron acceso a los videos.

Para validar estadísticamente esta comparativa de resultados, en la Tabla 8 se muestra el test de diferencia de medias en las calificaciones finales de estudiantes sin acceso a los videos y estudiantes con acceso. Asimismo, se muestra el test para cada convocatoria y cada grupo diferenciando por cada uno de los tres profesores.

**Tabla 8**

*Test de diferencia de medias y significatividad estadística*

Variable	Sin acceso a los videos		Con acceso a los videos		Test de diferencia de medias (p valor)
	Media	Desv.	Media	Desv.	
Final_total	5.81	1.96	6.73	2.03	-4.43*** (0.00)
Final_Prof_1	5.82	1.72	6.40	1.72	-1.57* (0.06)
Final_Prof_2	6.70	1.85	8.44	1.58	-5.30*** (0.00)
Final_Prof_3	4.80	1.88	5.85	1.83	-3.14*** (0.00)
May_Prof_1	4.98	2.02	3.57	2.56	3.27*** (0.00)
May_Prof_2	6.29	2.03	7.98	2.23	-4.01*** (0.00)
May_Prof_3	4.17	1.98	4.75	2.06	-1.50* (0.07)
Jun_Prof_1	5.24	1.46	6.47	1.61	-3.42*** (0.00)
Jun_Prof_2	5.54	2.17	7.70	1.28	-2.79*** (0.00)
Jun_Prof_3	4.66	1.59	4.36	1.76	-1.96** (0.03)

Nota: \*\*\*, \*\* y \* indican nivel de significación del 1 %, 5 % y 10 %, respectivamente.

*Fuente:* elaboración propia.

Según los datos anteriores, se puede comprobar que la calificación final obtenida por los estudiantes es en media superior en los grupos en los que sí tuvieron acceso a los videos, exceptuando el caso del profesor 1 en la convocatoria de mayo. Además, en todos los casos los resultados son estadísticamente significativos.

Observando esa reiteración en la mejora de resultados para los grupos con acceso a los videos, parece razonable afirmar que la herramienta de videos, basados en la dificultad, contribuyó en la mejora del rendimiento de los estudiantes.

Finalmente, a raíz de los resultados arrojados, tanto por los descriptivos como por el test de diferencia de medias, podemos aceptar la hipótesis 2 planteada al inicio del estudio.

## DISCUSIÓN

El aprendizaje basado en videos es cada vez más habitual en una era en la que la tecnología educativa y el aprendizaje multimedia son valorados en la sociedad (Madariaga et al., 2021). Asimismo, estos autores consideran que el impacto en la calidad del aprendizaje requiere involucrar a los estudiantes “durante” su proceso de diseño. En esta línea, en la presente investigación se ha involucrado a los estudiantes como los actores más importantes en el proceso, considerando como punto de partida su *feedback*, pues son quienes mejor conocen qué contenidos les resultan más difíciles. Ellos precisamente son los que han valorado positivamente la utilidad de los videos y su contribución a la preparación de la materia.

Según Campoverde-Luque et al. (2022), para lograr un conocimiento significativo en la transferencia del saber, es preciso que el docente esté debidamente equipado en herramientas digitales y gestione la resolución de ejercicios de manera efectiva y online, lo que refuerza la idea de la propuesta de aprendizaje basado en videos que se presenta en esta investigación. Además, para construir este conocimiento, debe existir una formación profesional en estrategias metodológicas innovadoras, y que el conocimiento se vincule con la práctica (Bravo y Cáceres, 2006; Barrera et al., 2017), lo cual ha sido el objetivo principal en los videos elaborados. La preparación de un material conseguido a través de este proceso metodológico contribuye a la disminución de la dificultad percibida, así como a la mejora de los resultados.

En relación con la dificultad, Han y Ellis (2019) describen la aplicación de una metodología para desarrollar la comprensión de los conceptos científicos complejos, consistente en tres etapas: (1) identificar las fuentes de la incomprensión de los conceptos científicos por parte de los estudiantes; (2) implementar un diseño instruccional efectivo para enseñar conceptos científicos difíciles y abstractos; y (3) localizar elementos accionables en la experiencia de los estudiantes y su aprendizaje, en la búsqueda de un impacto en la calidad de sus resultados. En línea con ello, se ha realizado un proceso que contribuye a la mejora de la práctica docente en educación superior para abordar contenidos de alto grado de dificultad, consistente en tres etapas: (1) recabar información directamente del *feedback* de los estudiantes y baremar su grado de complejidad a través de un “mapa de dificultad”; (2) una vez identificadas las cuestiones más complejas, proceder a abordarlas, en nuestro caso a través de la realización de videos tutoriales formativos elaborados *ad hoc*; y (3) analizar el impacto de los resultados, tanto en términos de satisfacción como de calificaciones. La relevancia de esta metodología es que resulta completamente extrapolable a cualquier área de conocimiento y nivel educativo.

La presente investigación constata que este método, cuyos videos abordan cuestiones muy focalizadas y adaptadas a objetivos de aprendizaje específicos, ha permitido que los estudiantes profundizaran en la preparación de los temas. En comparación, hubiera sido menos efectivo para ellos si las cuestiones se hubieran formulado de manera más genérica, en línea con lo demostrado en estudios realizados por otros autores como Schworm y Renkl (2007) y Renkl y Scheiter (2017).

En relación con la calidad técnica de los vídeos en educación, Dong y Goh (2015) analizan cómo integrar el video en un programa de enseñanza, describen los requisitos técnicos al producir sus propios videos y aconsejan, entre otras cuestiones, sobre la calidad de éstos. La integración exitosa del video en el plan de estudios debe guiarse por el conocimiento de la tecnología de éste; los vídeos deben ser creíbles y de buena calidad. En el proceso metodológico de este estudio, se ha tenido esa visión muy en cuenta, elaborando vídeos que en un primer momento habían sido realizados por los docentes y posteriormente regrabados en manos de profesionales en esta materia, algo que fue percibido por más del 77 % de los estudiantes que calificaron el formato de calidad alta y profesional.

En un estudio previo, Kim et al. (2021), que analizaron estrategias de aprendizaje autorregulado en un curso en línea asíncrono, hallaron que el crecimiento del compromiso del estudiante predecía su rendimiento en el curso. Por su parte, los resultados del presente estudio confirman, tanto por el análisis descriptivo como por el test de diferencia de medias, una mejora en la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes. Sin embargo, en el presente trabajo no se incluye un estudio de predicción, como sí lo hacen Kim et al. (2021), dejando abierta una línea futura de investigación que permita relacionar los resultados de los cuestionarios con los resultados académicos y predecir su comportamiento. En este sentido, se podrá completar incluyendo como variable el papel que juegan las emociones y el perfil socio emocional del estudiante en los entornos de aprendizaje multimedia.

## CONCLUSIONES

Tras unos años de ruptura total con el modelo docente prepandemia, y en un contexto mundial donde la virtualidad se está posicionando como una modalidad necesaria y complementaria, debemos mantener las adaptaciones realizadas en aquello que haya supuesto un avance respecto a metodologías, procedimientos y recursos disponibles previamente. Esto supone retomar las actividades docentes según se realizaban anteriormente e incorporar las mejoras que se hayan probado ventajosas para la calidad de la enseñanza (Medina López et al., 2021). En ese contexto, el aprendizaje habilitado por las tecnologías de la información ha estado en el corazón de la educación durante la crisis del COVID-19, siendo muchos los docentes que han manifestado su deseo de conseguir guías de buenas prácticas basadas en evidencias y ejemplos en sus materias (Cleland et al., 2020; Sangster et al., 2020). Resulta interesante destacar que los recursos multimedia son un recurso didáctico

válido y, en cierto modo innovador, para el aprendizaje de asignaturas universitarias, siempre y cuando se orienten a unos objetivos concretos de conocimiento ya que constituyen un elemento muy motivador para el alumno en el marco de la EEES (Camacho-Miñano et al., 2016).

En su investigación Giannakos et al. (2016) afirman que el aprendizaje basado en videos tiene un tremendo potencial cuando es pedagógicamente apropiado y está diseñado a propósito para facilitar la enseñanza y el aprendizaje. Para emplear el video como herramienta pedagógica, hay que examinar su impacto en la experiencia global del alumno, siendo de vital importancia la forma en que el aprendizaje inteligente puede contribuir a mejorar el potencial didáctico de los sistemas de video.

La emergencia de las herramientas digitales ha creado nuevas condiciones de aprendizaje, permitiendo una transformación educativa (Rodríguez et al., 2023). En línea con ello, hemos analizado la utilidad de aplicar la elaboración de videos basados en la dificultad en asignaturas complejas, utilizando como prueba piloto la asignatura de Contabilidad Financiera II, siendo extrapolable a cualquier ámbito de conocimiento. El trabajo se planteó abiertamente a los estudiantes, mediante cuestionarios especialmente elaborados para ello, que contribuyeron al análisis del grado de dificultad de los diferentes contenidos y que determinaron la selección final de los videos a realizar. Una vez realizados los videos y visionados por los estudiantes, hemos analizado su impacto y utilidad mediante dos procesos distintos: a través del análisis de los resultados de una encuesta de satisfacción realizada posteriormente a los estudiantes; y por el análisis estadístico de los resultados en calificaciones entre alumnos que tuvieron acceso a los videos para la preparación de la materia y aquellos que no lo tuvieron, a modo de grupo de control.

La primera conclusión obtenida es que resulta una herramienta de gran utilidad para los alumnos, puesto que les proporciona un material complementario adaptado a sus dificultades de aprendizaje más frecuentes que les permite preparar la asignatura con mayor autonomía y mayores probabilidades de éxito. La segunda conclusión, es que es un sistema perfectamente extrapolable a cualquier asignatura, resultando muy interesante para el profesor puesto que permite identificar baremos de dificultad en las materias para, de esta forma, poder abordarlos de la mejor manera posible.

En línea con Gil-Galván y Gil-Galván (2021), con el presente estudio se apuesta por el continuo desarrollo del proceso de enseñanza y por la implantación de nuevas metodologías que otorguen al estudiante el rol de protagonista en su propio crecimiento intelectual. Por todo lo anterior, se espera ampliar el horizonte de este proyecto, aplicarlo en materias relacionadas e incluso promover que otros docentes lo implanten en otras áreas de conocimiento, permitiendo así dar mayor robustez a los resultados obtenidos.

## NOTAS

1. La Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, la Universidad Complutense de Madrid y la Universidad Rey Juan Carlos.

## REFERENCIAS

- Barrera, H. M., Barragán, T. M. y Ortega, G. E. (2017). La realidad educativa ecuatoriana desde una perspectiva docente. *Revista Iberoamericana de Educación*, 75(2), 9-20. <https://doi.org/10.35362/rie7522629>
- Bland, J. M. y Altman, D. G. (1997). Statistics notes: Cronbach's alpha. *BMJ*, 314, 572. <https://doi.org/10.1136/bmj.314.7080.572>
- Brame, C. J. (2016). Effective educational videos: Principles and guidelines for maximizing student learning from video content. *CBE—Life Sciences Education*, 15(es6), 1-6. <https://doi.org/10.1187/cbe.16-03-0125>
- Bravo, G. y Cáceres, M. (2006). El proceso de enseñanza-aprendizaje desde una perspectiva comunicativa. *Revista Iberoamericana de Educación*, 38(7), 1-7. <https://doi.org/10.35362/rie3872607>
- Camacho Miñano, M. D. M., Urquía Grande, E., Pascual Ezama, D. y Rivero Menéndez, M. J. (2016). Recursos multimedia para el aprendizaje de Contabilidad Financiera en los grados bilingües. *Educación XX1*, 19(1), 63-89. <https://doi.org/10.5944/educxx1.15578>
- Campoverde-Luque, R. I., Zambrano-Torres, R. D. R., Arellano-Pintado, M. S. y Cantos-Arellano, T. M. (2022). Implementación de la Propuesta BCC: Aplicación de la práctica contable desde la virtualidad en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la asignatura de contabilidad. *593 Digital Publisher CEIT*, 7(4-2), 157-174. <https://doi.org/10.33386/593dp.2022.4-2.1212>
- Caurcel Cara, M. J. y Crisol Moya, E. (2022). Ciberacoso en estudiantes universitarios antes y durante el confinamiento por la COVID-19. *Educación XX1*, 25(1), 67-91. <https://doi.org/10.5944/educxx1.30525>
- Chugh, R., Macht, S. y Harrevel, B. (2022). Supervisory feedback to postgraduate research students: a literature review. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 47(5), 683-697. <https://doi.org/10.1080/02602938.2021.1955241>
- Cleland, J., McKimm, J., Fuller, R., Taylor, D., Janczukowicz, J. y Gibbs, T. (2020). Adapting to the impact of COVID-19: Sharing stories, sharing practice. *Medical Teacher*, 42(7), 772-775. <https://doi.org/10.1080/0142159X.2020.1757635>
- Dong, C. y Goh, P. S. (2015). Twelve tips for the effective use of videos in medical education. *Medical Teacher*, 37(2), 140-145. <https://doi.org/10.3109/0142159X.2014.943709>
- Evans, C. (2013). Making Sense of Assessment Feedback in Higher Education. *Review of Educational Research*, 83(1), 70-12. <https://doi.org/10.3102/0034654312474350>
- Fogarty, T. J. (2020). Accounting education in the post-COVID world: looking into the Mirror of Erised. *Accounting Education*, 29(6), 563-571. <https://doi.org/10.1080/09639284.2020.1852945>
- Giannakos, M. N., Sampson, D. G. y Kidziński, Ł. (2016). Introduction to smart learning analytics: foundations and developments in video-based learning. *Smart Learning Environments*, 3(1), 1-9. <https://doi.org/10.1186/s40561-016-0034-2>
- Gil-Galván, R. y Gil-Galván, F. J. (2021). Percepciones de los estudiantes universitarios sobre las competencias

- adquiridas mediante el aprendizaje basado en problemas. *Educación XXI*, 24(1), 271-295. <https://doi.org/10.5944/educxxi.26800>
- Hair, J. F., Risher, J. J., Sarstedt, M. y Ringle, C. M. (2019). When to use and how to report the results of PLS-SEM. *European Business Review*, 31(1), 2-24. <https://doi.org/10.1108/EBR-11-2018-0203>
- Han, F. y Ellis, R. A. (2019). Using phenomenography to tackle key challenges in science education. *Frontiers in Psychology*, 10, 1414. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2019.01414>
- Kay, R. H. (2012). Exploring the use of video podcasts in education: A comprehensive review of the literature. *Computers in Human Behavior*, 28(3), 820-831. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2012.01.011>
- Kim, D., Jo, I. H., Song, D., Zheng, H., Li, J., Zhu, J., Huang, X., Yan, W. y Xu, Z. (2021). Self-regulated learning strategies and student video engagement trajectory in a video-based asynchronous online course: a Bayesian latent growth modeling approach. *Asia Pacific Education Review*, 22(2), 305-317. <https://doi.org/10.1007/s12564-021-09690-0>
- Ljubojevic, M., Vaskovic, V., Stankovic, S. y Vaskovic, J. (2014). Using Supplementary Video in Multimedia Instruction as a Teaching Tool to Increase Efficiency of Learning and Quality of Experience. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15(3), 275-291. <https://doi.org/10.19173/irrodl.v15i3.1825>
- Madariaga, L., Nussbaum, M., Gutiérrez, I., Barahona, C. y Meneses, A. (2021). Assessment of user experience in video-based learning environments: From design guidelines to final product. *Computers & Education*, 167, 104176. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104176>
- Martin-Cuadrado, A. M., Lavandera-Ponce, S., Mora-Jauregualde, B., Sánchez-Romero, C. y Pérez-Sánchez, L. (2021). Working methodology with public universities in Peru during the pandemic—continuity of virtual/online teaching and learning. *Education Sciences*, 11(7), 351. <https://doi.org/10.3390/educsci11070351>
- Medina López, A., Delgado Jalón, M. L. y Cámara Sánchez, A. (2021). Consequences of covid-19 in higher education. Online or presential teaching? *Journal of Management and Business Education*, 4(3), 275-288. <https://doi.org/10.35564/jmbe.2021.0016>
- Nicol, D., Thomson, A. y Breslin, C. (2014). Rethinking feedback practices in higher education: a peer review perspective. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 39(1), 102-122. <https://doi.org/10.1080/02602938.2013.795518>
- Renkl, A. y Scheiter, K. (2017). Studying visual displays: How to instructionally support learning. *Educational Psychology Review*, 29(3), 599-621. <https://doi.org/10.1007/s10648-015-9340-4>
- Reyes-Menéndez, A., Saura, J. R. y Martínez-Navalón, J. G. (2019). The impact of e-WOM on hotels management reputation: exploring tripadvisor review credibility with the ELM model. *IEEE Access*, 7, 68868-68877. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2019.2919030>
- Rodríguez, M., Huerta, P., Valencia, C., Montano, E. y Ortega, Y. (2023). Innovación educativa con redes sociales aplicada a la asignatura de Salud Pública. *Educación Médica*, 24(3), 100798. <https://doi.org/10.1016/j.edumed.2023.100798>
- Sablić, M., Miroslavljević, A. y Škugor, A. (2021). Video-based learning (VBL)—past, present and future: An overview of the research published from 2008 to 2019. *Technology, Knowledge and Learning*, 26(4), 1061-1077. <https://doi.org/10.1007/s10758-020-09455-5>

- Sangster, A., Stoner, G. y Flood, B. (2020). Insights into accounting education in a COVID-19 world. *Accounting Education*, 29(5), 431-562. <https://doi.org/10.1080/09639284.2020.1808487>
- Schworm, S. y Renkl, A. (2007). Learning argumentation skills through the use of prompts for self-explaining examples. *Journal of Educational Psychology*, 99(2), 285. <https://doi.org/10.1037/0022-0663.99.2.285>
- Scott, S. V. (2014). Practising what we preach: towards a student-centred definition of feedback. *Teaching in Higher Education*, 19(1), 49-57. <https://doi.org/10.1080/13562517.2013.827639>
- Segovia-García, N., Said-Hung, E. y García Aguilera, F. (2022). Educación Superior virtual en Colombia: factores asociados al abandono. *Educación XXI*, 25(1), 197-218. <https://doi.org/10.5944/educxxi.30455>
- Vedder-Weiss, D., Segal, A. y Lefstein, A. (2019). Teacher face-work in discussions of video-recorded classroom practice: Constraining or catalyzing opportunities to learn? *Journal of Teacher Education*, 70(5), 538-551. <https://doi.org/10.1177/0022487119841895>
- Villaseñor Rodríguez, I. (2014). Las preguntas frecuentes como herramienta metodológica para el estudio del fenómeno de las necesidades de información: el caso de las bibliotecas universitarias madrileñas. En J. Ríos Ortega y C. A. Ramírez Vázquez, (Coord.), *Naturaleza y método de la investigación bibliométrica y de la información* (173-179). Universidad Nacional Autónoma de México. [https://ru.iibi.unam.mx/jspui/handle/IIBI\\_UNAM/CL380](https://ru.iibi.unam.mx/jspui/handle/IIBI_UNAM/CL380)
- Winstone, N., Boud, D., Dawson, P. y Heron, M. (2022). From feedback-as-information to feedback-as-process: a linguistic analysis of the feedback literature. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 47(2), 213-230. <https://doi.org/10.1080/02602938.2021.1902467>
- Yousef, A. M. F., Chatti, M. A. y Schroeder, U. (2014a). The state of video-based learning: A review and future perspectives. *International Journal on Advances in Life Sciences*, 6(3), 122-135.
- Yousef, A. M. F., Chatti, M. A. y Schroeder, U. (2014b). Video-based learning: A critical analysis of the research published in 2003-2013 and future visions. En *eLML 2014, The Sixth International Conference on Mobile, Hybrid, and On-line Learning*, 112-119.
- Zhao, F. (2019). Using Quizizz to integrate fun multiplayer activity in the accounting classroom. *International Journal of Higher Education*, 8(1), 37-43. <https://doi.org/10.5430/ijhe.v8n1p37>

## Anexo I. Ejemplo de la primera parte del Cuestionario del Tema 3-Instrumentos Financieros

- 1. En relación con los Valores Representativos de Deuda:**
  - a. Suponen participaciones en el capital de otra sociedad.
  - b. Generan rentabilidad variable, ya que depende de los resultados de la sociedad y de las decisiones de los órganos de gobierno.
  - c. Generan rentabilidad fija y asegurada por contrato.
  - d. Ninguna de las anteriores.
  
- 2. Indique cuál de los siguientes elementos no es un activo financiero:**
  - a. Inversiones financieras a largo plazo.
  - b. Débitos por operaciones comerciales, proveedores y acreedores varios
  - c. Créditos a terceros: como préstamos concedidos.
  - d. Efectivo y otros activos líquidos equivalentes.
  
- 3. Los títulos de renta variable adquiridos con el objetivo de venderlos en el corto plazo se clasificarán como:**
  - a. Una inversión mantenida hasta el vencimiento.
  - b. Un activo financiero mantenido para negociar.
  - c. Un activo financiero valorado a coste histórico.
  - d. Un préstamo a cobrar.
  
- 4. La empresa ABC tiene 200 acciones del capital social de la empresa XYZ. XYZ realiza una ampliación de capital en la proporción de 1 acción nueva por cada 4 antiguas. ABC decide suscribir 25 acciones nuevas. Señale la respuesta correcta:**
  - a. La empresa ABC tiene 50 derechos preferentes de suscripción en la ampliación.
  - b. La empresa ABC utiliza 100 DPS para poder comprar las 25 acciones nuevas.
  - c. La empresa ABC venderá 50 DPS sobrantes en esta operación.
  - d. La empresa necesita adquirir DPS adicionales para comprar las 25 acciones nuevas.
  
- 5. La empresa JKL posee 1.250 acciones de la empresa PQR con el propósito de venderlas a corto plazo. El precio de compra fue de 12 € y su valor nominal de 10 € cada acción. A 31 de diciembre el valor de cotización de las acciones es de 13 €. En esta fecha la empresa JKL debe:**
  - a. Contabilizar un deterioro de valor por un importe de 1.250 €.
  - b. Contabilizar una pérdida de naturaleza financiera de 1.250 €.
  - c. Contabilizar un beneficio de naturaleza financiera de 1.250 €.
  - d. No tiene que realizar ningún registro contable.

*Fuente:* elaboración propia.

## Anexo II. Ejemplo de la segunda parte del Cuestionario del Tema 3-Instrumentos Financieros

**Indique de menor a mayor grado de complejidad, siendo (1) muy poco complejo y (5) muy complejo, el estudio, la comprensión y el aprendizaje relacionado con:**

1. Los elementos que deben considerarse como activos financieros \_\_\_\_\_
2. La diferencia entre un instrumento de patrimonio y un valor representativo de deuda \_\_\_\_\_
3. Las operaciones con derechos preferentes de suscripción \_\_\_\_\_
4. El cálculo del efecto dilución en una ampliación de capital \_\_\_\_\_
5. La clasificación de los activos financieros a efectos de su valoración \_\_\_\_\_
6. El coste amortizado como criterio de valoración de los activos financieros \_\_\_\_\_
7. El valor razonable como criterio de valoración de los activos financieros \_\_\_\_\_
8. El coste histórico como criterio de valoración de los activos financieros \_\_\_\_\_
9. El cálculo del deterioro de valor de las inversiones financieras \_\_\_\_\_
10. La comprensión de los distintos valores que puede tener un instrumento de renta fija o de deuda (VN, VE, VReemb.) \_\_\_\_\_
11. Diferencia entre intereses implícitos y explícitos asociados a los Valores Representativos de Deuda \_\_\_\_\_
12. Influencia en la valoración inicial de las inversiones financieras de la rentabilidad de dichas inversiones anunciada o devengada y no vencida antes de la adquisición \_\_\_\_\_

*Fuente:* elaboración propia.

### Anexo III. Cuestionario de satisfacción utilizado para evaluar la utilidad de los videos.

1. Indica tu correo electrónico URJC.
2. Indica tu año de nacimiento.
3. Indica tu género
  - a. FEMENINO
  - b. MASCULINO
4. En relación con el tiempo que dedicas a la asignatura, por favor, indica cuántas horas le dedicas a la semana:
  - a. No dedico nada o prácticamente nada.
  - b. Dedico hasta 10 horas a la semana.
  - c. Dedico entre 10 y 20 horas a la semana.
  - d. Dedico más de 20 horas a la semana.
5. Indica cuántas veces te has matriculado (contando con el curso actual) en Contabilidad Financiera II:
  - a. 1 (es decir solo la de este año que estamos cursando)
  - b. 2
  - c. Más de dos.
6. Indica, bajo tu opinión tras haber cursado esta asignatura de Contabilidad Financiera II (segundo semestre), el GRADO DE DIFICULTAD que consideras tiene frente a otras asignaturas que has cursado en estos estudios de Grado, siendo 1 el valor mínimo “muy fácil” y 5 el máximo “muy difícil”.
7. ¿Consideras que los videos te han permitido profundizar más en el aprendizaje y la preparación de los temas? Indica el grado, siendo 1 el valor mínimo “muy poco” y 5 el máximo “mucho”.
8. Indica el GRADO DE SATISFACCIÓN hacia la ASIGNATURA DE CONTABILIDAD FINANCIERA II (segundo cuatrimestre) Siendo 1 el valor mínimo “nada satisfecho” y 5 el máximo “completamente satisfecho”.
9. Indica el GRADO EN QUE TE HA GUSTADO la forma en que se ha complementado el material de la asignatura a través de los videos. Siendo 1 el valor mínimo “me ha gustado muy poco” y 5 el máximo “me ha gustado mucho”.
10. Indica el GRADO DE UTILIDAD de esta experiencia de los videos. Siendo 1 el valor mínimo “muy poco útil” y 5 el máximo “muy útil”.
11. A continuación, aparece un listado de los distintos videos realizados durante este curso para la asignatura de Contabilidad Financiera II (no están desglosados todos, porque de algunas temáticas se han hecho varios videos, pero sí están todas las temáticas que te pedimos que valores). Por favor, tómate un momento para recordar y valorar EL GRADO DE SATISFACCIÓN con cada uno de los videos (referido al grado de comprensión). Siendo 1 “muy malo” y 5 “muy bueno”. (*Se enumeran los videos por temática*)
12. Indica, en términos generales, si la CALIDAD TÉCNICA de los videos te ha parecido profesional y adecuada (manera en la que se han grabado). Siendo 1 el valor mínimo “Muy baja/formato muy básico” y 5 el máximo “Muy alta/formato muy profesional”.
13. Indica, en base a tu opinión como estudiante, el GRADO DE UTILIDAD que tiene la herramienta de los videos para incorporar y fomentar este tipo de materiales aplicables a las enseñanzas en remoto. Siendo 1 el valor mínimo “muy poco útil” y 5 el máximo “muy útil”.
14. ¿Consideras interesante la aplicación de los videos basados en la dificultad como metodología para un mejor aprovechamiento, aprendizaje y estudio de una asignatura como Contabilidad Financiera II? Siendo 1 el valor mínimo “muy poco interesante” y 5 el máximo “muy interesante”.
15. ¿Has visualizado todos los videos?
  - a. Si
  - b. No (indica en la siguiente línea el número de videos que SÍ has podido ver)
16. ¿Consideras que la visualización de los videos te ha supuesto una pérdida o una buena inversión de tiempo? Indica el grado, siendo 1 el mínimo valor “suponen una pérdida de tiempo” y 5 el valor máximo “suponen una buena inversión en tiempo”.
17. Nos interesa mucho tu opinión de cara a la continuidad de esta experiencia. Indica brevemente aspectos que consideres se podrían mejorar, en cualquiera de los ámbitos (formato, contenidos, ejemplos, sonido, etc.). Muchas gracias.
18. Indica en una frase sencilla algún comentario sobre la experiencia de utilizar los videos para el estudio de la materia de CONTABILIDAD FINANCIERA II. Muchas gracias.
19. ¿Das tu consentimiento para utilizar el resultado de tu encuesta en el proyecto de innovación docente de los videos basados en la dificultad? (los datos personales se mantendrán en el anonimato siempre). SI. NO.

*Fuente:* elaboración propia.

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 29 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 20 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 30 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024

# Gamificación-educación: el poder del dato. El profesorado en las redes sociales

## Gamification-Education: the power of data. Teachers in social networks



- Carlos Barroso Moreno – *Universidad Complutense de Madrid (España)*  
 M<sup>a</sup> Rosario Mendoza Carretero – *Universidad Complutense de Madrid (España)*  
 Belén Sáenz-Rico de Santiago – *Universidad Complutense de Madrid (España)*  
 Laura Rayón Rumayor – *Universidad Complutense de Madrid (España)*

### RESUMEN

Las redes sociales son espacios de intercambio de contenido para el profesorado sobre nuevos planteamientos metodológicos en torno a la gamificación. Nos preguntamos sobre la integración de la gamificación en las tendencias digitales presentes y futuras. La presente investigación tiene como objetivo determinar comportamientos de las publicaciones con contenido de gamificación en las redes sociales de Twitter, Instagram y TikTok. Las técnicas de «Web scraping» para Instagram y TikTok, junto con la API de Twitter, recopilan 189.414 publicaciones con las palabras clave de gamificación y educación en español e inglés, durante el año 2022. Estos grandes volúmenes de datos se ponen a disposición de los interesados mediante *Power Business Intelligence* de Microsoft. Mediante un muestreo deliberativo profundizamos en el análisis sobre las 100 publicaciones más virales de cada red social para responder al objetivo de investigación. Los resultados destacan la presencia del profesorado en las redes sociales, predominante en Instagram para la etapa de Educación Primaria, y la influencia del género en las publicaciones. El género masculino dispone de un número mayor de seguidores y publicaciones, pero el femenino tiene seguidores con mayor apoyo en «like». Los intereses mercantiles en la temática gamificación se ven acentuados en las tendencias digitales, aunque son menores en comparación con compartir recursos sin fines lucrativos. Se concluye que los docentes usuarios de las redes sociales se convierten en agentes emergentes de diseño de materiales y, por tanto, en mediadores entre el Currículum y la práctica.

**Palabras clave:** redes sociales; educación; personal docente; big data; gamificación.

### ABSTRACT

Social networks are spaces for teachers to exchange content on new methodological approaches to gamification, raising questions about the integration of gamification in current and future digital trends. The present research aims to determine the behaviour of posts with gamification content on the social networks Twitter, Instagram and TikTok. Web scraping techniques for Instagram and TikTok, together with the Twitter API, collect 189,414 posts with the keywords gamification and education in Spanish and English during the year 2022. These large volumes of data are made available to stakeholders through Microsoft Power Business Intelligence. Using deliberative sampling, an in-depth analysis of the 100 most viral posts on each social network was conducted to respond to the research objective. The results highlight the presence of teachers on social networks, predominantly on Instagram for the Primary Education stage, and the influence of gender on the posts. The male gender has a greater number of followers and posts, but the female gender has followers with a greater number of likes. Commercial interests in the gamification theme are accentuated in digital trends, although they are lower in comparison to sharing non-profit resources. It is concluded that teaching staff who use social networks become emerging agents in the design of materials and, therefore, mediators between the curriculum and practice.

**Keywords:** social network; education; teaching staff; big data; gamification.

## INTRODUCCIÓN

La gamificación es una metodología emergente que emplea juegos o mecánicas de juego para facilitar el aprendizaje en contextos no-lúdicos. Se asocia a una motivación adicional del alumnado (Kim et al., 2018; Sailer y Homner, 2020) que se vincula con efectos positivos en el compromiso hacia el aprendizaje, la socialización y el trabajo en equipo (Uz-Bilgin y Gul, 2020) para la mejora de la educación presencial y a distancia (Mahmud et al., 2020). Además, puede conducir al enriquecimiento de habilidades visuales y la creatividad en la comunidad educativa (Wai-ye, 2021), así como a la alfabetización tecnológica y al desarrollo de competencias digitales (Almeida y Simoes, 2019).

En línea con lo expuesto, autores como Buckley y Doyle (2016) investigaron a más de 100 estudiantes universitarios que cursaban estudios en línea para el aprendizaje gamificado. Evidenciaron un interés práctico para los docentes, extrapolable a diversos contextos educativos con un aumento de motivación intrínseca y extrínseca. Sánchez-Rivas et al. (2019) realizan una comparativa intragrupal entre profesores de Educación Primaria que utilizan exámenes tradicionales (grupo de control) y aquellos que emplean un modelo basado de examen gamificado (grupo experimental). Los resultados evidenciaron que este grupo es el que mejor resultados obtiene debido a la alta motivación y la capacidad de aprendizaje que presenta el alumnado. Nolan y McBride (2014) aplicaron el aprendizaje basado en juegos digitales en la etapa de Educación Infantil, obteniendo resultados relevantes para una integración inclusiva y equitativa, aunque critican el idealismo dentro del currículum de las instituciones educativas.

No obstante, existen corrientes críticas que identifican efectos negativos, como una disminución del rendimiento académico (Toda et al., 2018), falta de comprensión, problemas éticos en el juego, irrelevancia curricular, así como una excesiva competitividad e impulsividad (Almeida et al., 2023). Aunque se indica que la gamificación tiene efectos positivos si se aplica correctamente en el aula. La gamificación educativa en la red también ha suscitado interés en el ámbito empresarial, si bien puede convertirse en un negocio debido a los intereses de venta y la publicidad integrada en los juegos (Terlutter y Capella, 2013).

Hoy en día, las plataformas digitales emplean elementos lúdicos para atraer y retener a los usuarios, por ello, la comprensión de las redes sociales es fundamental y requiere de competencias de análisis de datos. Klačnjak et al. (2017) analizan la importancia de la ciencia del dato, y exponen la significatividad de las técnicas de *Big Data* y *Learning Analytics* en educación para obtener logros educativos a través del impulso de la investigación. Otros estudios, realizados por Bourkhouk y El-Bachari (2022) y Hu et al. (2020), determinan la viabilidad de aplicar tecnologías de *Big Data* en la educación, ante la gran cantidad de datos generados con *Learning Management Systems* (LMS), *Massive Open Online Courses* (MOOC), *Learning Object Repository* (LOR), *OpenCourseWare* (OCW), *Open Educational Resources*

(OER), o *Social Media* entre otros. La viabilidad real queda demostrada por múltiples autores como, por ejemplo, Calvera-Isabal et al. (2023) que automatizan la extracción y análisis de información de las páginas web con un propósito educativo, y como Barroso-Moreno et al. (2023) quienes mediante técnicas de *Business Intelligence* (BI) detectan patrones de comportamiento ocultos en las redes sociales para fomentar una ciudadanía digital crítica.

Las tendencias digitales en educación son una realidad presente y futura, aunque en la actualidad se desconocen qué tecnologías triunfarán y el valor educativo que tendrán. Ezquerria et al. (2022) aplican técnicas de Inteligencia Artificial (IA) para determinar emociones y comportamientos en el aprendizaje de la Física a través de las expresiones faciales. Nespór (2019) aplica técnicas de *blockchain* para la certificación de los estudiantes en un colegio estadounidense. Salas-Rueda (2021) utiliza el aprendizaje automático para detectar percepciones del aula durante el uso de Geogebra en Matemáticas. Sin embargo, estas tendencias no son exclusivas del ámbito educativo, en otros contextos son de interés, como es el uso de *Big Data* para establecer estrategias de gestión en el sector turístico (González-Serrano et al., 2021), análisis de sentimientos del contenido en Twitter para determinar el potencial impacto de las campañas políticas (Rodríguez-Ibáñez et al., 2021), o el uso de técnicas de *Machine Learning* en el ámbito médico para predecir la probabilidad de deficiencia de vitamina D y riesgo de enfermedad cardiovascular (García-Carretero et al., 2021). El impulso progresivo y veloz del desarrollo tecnológico marca unas tendencias digitales para aplicaciones diversas en distintos ámbitos y para variados fines. Cómo se concreten estas tendencias en educación nos enfrenta a un panorama abierto, no exento de preocupaciones de índole ética que hacen necesario un debate público a la luz de investigaciones científicas que clarifiquen las aportaciones a la educación.

Estudios recientes analizan el funcionamiento de plataformas digitales para detectar patrones de comportamiento y trasladarlo a las aulas. En este sentido, Marín et al. (2021) identifican varias tendencias actuales en torno a la competencia digital docente y las herramientas digitales de redes sociales en la educación. Lozano-Blasco et al. (2023) determinan que las redes sociales son nuevos ecosistemas de relación entre los jóvenes porque generan un análisis crítico de la información y definen espacios donde compartir valores e ideología. Siguiendo esta misma línea, Samad et al. (2019) establecen una relación positiva entre la presencia social en la red, el bienestar social y el rendimiento académico de los estudiantes, aunque Zimmer (2022) identifica la necesidad de autocontrol en los estudiantes para que no desarrollen hábitos indebidos en las redes sociales.

En relación con la temática que nos ocupa, Ladislav et al. (2019) examinan en Instagram el «hashtag» #gamification con 17.994 publicaciones, determinando cinco comunidades de mayor a menor modularidad: educación, emprendimiento, gamificación general, social y diversión. Hristova y Lieberoth (2021) examinan las interacciones sociales educativas de la gamificación en Snapchat, Facebook,

Twitter e Instagram mediante un análisis manual. El estudio concluye que estas interacciones pueden ser beneficiosas en educación, pero también critican las prácticas empresariales subyacentes para apoyar ofertas de juegos, y dudan de la sostenibilidad de este tipo de interacciones educativas. Roig-Vila y Álvarez-Herrero (2019) analizan la presencia de metodologías activas en Twitter, es la gamificación una de las que mayor repercusión tiene. Los estudios de TikTok para gamificación educativa son escasos, si bien Deng y Yu (2023) detectan un modelo de videos cortos para aumentar la motivación hedónica en una universidad de China. Concluyen que este modelo establece un equilibrio entre la curiosidad y el aburrimiento como una experiencia significativa. La presente investigación no es ajena a los resultados diversos, e incluso dispares de las tendencias digitales y las redes sociales.

Por ello, esta investigación tiene como propósito indagar sobre el comportamiento de las publicaciones más virales con contenido de gamificación y educación en Twitter, Instagram y TikTok, que orienta las hipótesis siguientes:

- H1. El perfil del profesorado es el que mayor actividad presenta en redes sociales, en cuanto a la publicación de contenido de educación y gamificación.
- H2. Los «influencer» concentran la viralidad de las redes sociales y la publicidad evidencia los intereses mercantiles a la temática de la gamificación.
- H3. Las publicaciones sobre gamificación en educación abordan tendencias de la Educación Digital para promover aprendizajes adaptativos y personalizados.

## METODOLOGÍA

La presente investigación analiza la gamificación en Twitter, Instagram y TikTok para identificar correlaciones entre las propiedades de las publicaciones y el contenido de estas. La Figura 1 representa el diagrama de flujo de los datos durante la investigación, los tres primeros bloques corresponden a las tres etapas de la metodología mixta desarrollada. La primera etapa realiza un análisis exploratorio para determinar los descriptores que deben contener las publicaciones a través de las palabras clave de gamificación o *gamification* y educación o *education*. Las publicaciones deben contener dichas palabras, ya que el contenido audiovisual no se analiza. La monitorización de las redes sociales emplea el software SocialNetworkTool, propiedad del grupo de investigación DETECESE, que se ejecuta en Microsoft Azure para optimizar las cargas de trabajo y tener la elasticidad necesaria de cómputo en momentos de elevadas publicaciones. Dicho software recopila las publicaciones en tiempo real y las almacena con un identificador inequívoco si contiene las palabras clave, en caso contrario las descarta. Transcurridos siete días se recupera el identificador para buscarlo en la red y recopilar las propiedades de la publicación. Esta metodología conlleva dos consecuencias directas significativas, no es posible recopilar publicaciones con carácter retroactivo a la activación del software y no se actualiza de forma periódica las propiedades de la publicación. Esta última

consecuencia es asumible a efectos de sesgos en la recogida de datos, pues las publicaciones que no son virales en el día de la publicación no cambian su tendencia posteriormente, aún así, se maneja un margen de una semana.

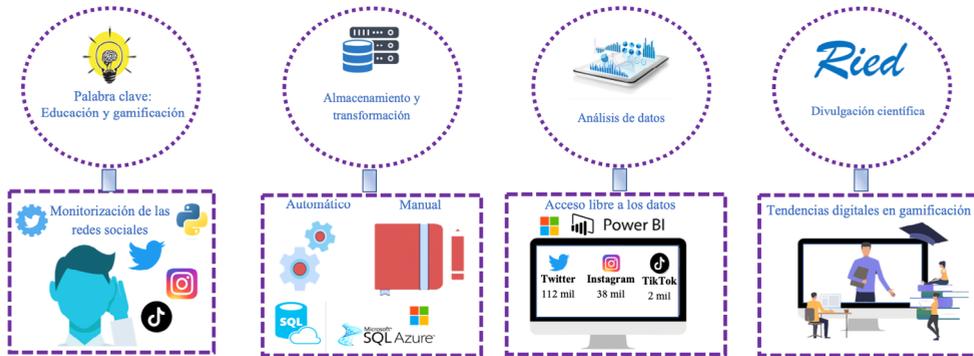
La segunda etapa almacena las publicaciones recopiladas en la primera y aplica la transformación de los datos mediante procesos automáticos, ejecutados de forma diaria, y un proceso manual, realizado de forma puntual. La administración de la base de datos se realiza con el lenguaje SQL que permite realizar consultas sobre los sistemas relacionales de datos y el control de acceso a los mismos (Gorman et al., 2020). Entre los procesos automáticos destaca el análisis de sentimientos, se realiza con el software de *Azure Cognitive Service for Language* que determina a través del contenido de cada publicación el sentimiento asociado de forma cuantitativa. Dicho software integra una colección de algoritmos de aprendizaje automático e IA en la nube para el análisis del lenguaje escrito.

La tercera etapa analiza los datos mediante la herramienta de Power BI para proporcionar visualizaciones interactivas con capacidades de inteligencia empresarial (Knight et al., 2018), pero con una visión estratégica heurística. La conexión a la base de datos de la segunda etapa se realiza con *Azure Analysis*, un conector integrado en la plataforma de Power BI. Los datos cargados permiten generar diferentes gráficas según las necesidades del investigador. Inicialmente, se generan gráficos para extraer estadísticas matemáticas y realizar los análisis de datos pertinentes para encontrar patrones de comportamiento. Esta novedosa forma de presentar los datos permite difundir la investigación de forma visual e intuitiva de libre acceso.

El proceso es sencillo de implementar al ser una técnica habitual para la gestión de datos en el ámbito empresarial. Para el ámbito investigador es económico, la mayoría de los lectores con paquetes Office 365 pueden utilizar *Azure Service* (Microsoft) con un crédito de 100\$ gratuito y Power BI Desktop (Microsoft) gratuito. Los interesados pueden comprobar la veracidad de los datos y los gráficos presentados de forma libre en el siguiente enlace de Power BI: <https://bit.ly/3MoI67j>. El análisis manual corresponde con las 100 publicaciones más virales de cada red social, con un total de 300 publicaciones, las cuales se pueden descargar de forma detallada mediante *FigShare* ([m9.figshare.22991627](https://doi.org/10.21969/figshare.22991627)), cuyo contenido dispone de un fichero Excel que incluye tablas dinámicas empleadas para los porcentajes mostrados.

**Figura 1**

Diagrama de flujo de datos de gamificación en la investigación



Fuente: elaboración propia.

## Categorización

En la segunda fase de la metodología se aplican técnicas automatizadas y manuales sobre las publicaciones de gamificación y educación. Las variables automatizadas se utilizan sobre la base de datos completa, y se recopilan de forma objetiva variables comunes por propiedades de la publicación: identificador, contenido, número de «likes», visualizaciones y geolocalización. Además, se genera un valor informacional al aplicar algoritmos sobre la variable contenido: título de la publicación, sentimiento, frecuencia de palabras y «hashtags». Esta última variable se recopila en Instagram de forma directa, sin embargo, en Twitter y TikTok no es una propiedad de la publicación y requiere una división del contenido por el carácter #. De forma similar, sucede con variables disponibles en cada red social que aportan información en el análisis general, pero no permiten realizar comparaciones objetivas: retweet el 100 % concentrado en Twitter, «hashtag» el 82,7 % en Instagram o reproducciones 93,1 % en TikTok. Por ello, se determina el número de «like» como elemento comparativo de viralidad al ser común a las tres redes y no existir un criterio uniforme (Zamora et al., 2021).

La viralidad en las redes marcan las tendencias de consumo de los usuarios y la aceptación de un contenido o tema que aconsejan un muestreo deliberativo, no probalístico, de las publicaciones que representen con claridad su influencia en las redes, visibilidad y popularidad. En consecuencia, la categorización de las variables manuales es aplicada sobre las 100 publicaciones más virales de cada red social, dicho rango cumple el criterio de selección indicado. La Tabla 1 expone las variables analizadas, sus categorías y subcategorías, las cuales se completan a través del rastro

digital generado en las redes sociales, cuyos autores son usuarios habituales que publican su información en blog o redes sociales similares de fácil acceso.

**Tabla 1**

*Categorías y subcategorías manuales de las publicaciones*

<b>Identificación</b>	Persona Empresa Evento educativo Plataforma digital Otros	<b>Si es docente es...</b>	Generalista Pedagogía terapéutica Audición y Lenguaje Educación Física Inglés Lengua Castellana Infantil Otras/Sin especificar
<b>Para qué (tipo de post)</b>	Compartir recursos educativos Experiencia educativa Difusión Reflexión Otros	<b>Creador de contenidos educativos</b>	Sí No Se desconoce
<b>Género</b>	Masculino Femenino Se desconoce	<b>Remuneración económica por la creación de contenidos</b>	Sí No Se desconoce
<b>Perfil laboral</b>	Empresa	<b>Contexto en el que se utilizan</b>	Formal
	Empresario		No formal
	Organización	<b>Creador de contenidos de otros ámbitos</b>	Sí
	Profesor		No
Otros	Se desconoce		
<b>Etapas educativas</b>	Ed. Infantil	<b>Menciona a otros</b>	Sí
	Ed. Primaria		No
	Educación Secundaria y Bachillerato	<b>Perfil de los mencionados</b>	Profesores
Universidad	Empresa Otros		

*Fuente:* elaboración propia.

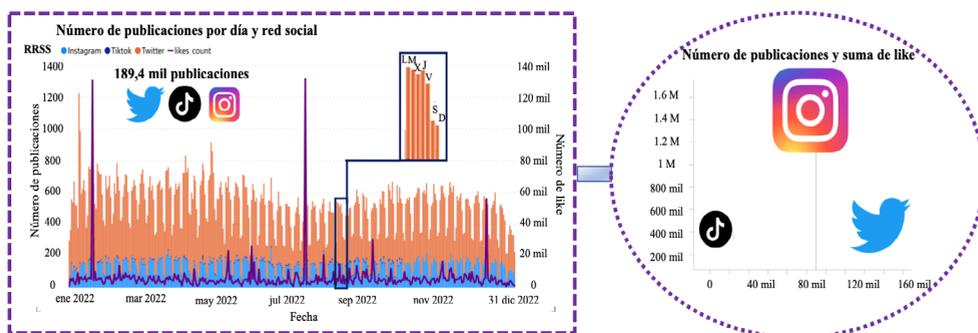
## RESULTADOS

La base de datos se compone de un total de 189.414 publicaciones: Twitter 137.726 (72,71 % del total); Instagram con 49.937 (26,36 %); TikTok 1.751 (0,92 %). En relación con el sentimiento positivo y negativo asociado a las publicaciones por red social, Twitter cuenta con 30,75 % positivas ( $n=42.344$ ) y 5,62 % negativas ( $n=7.738$ ); Instagram dispone de 43,88 % positivas ( $n=21.911$ ) y 1,51 % negativas ( $n=755$ ); TikTok cuenta con 31,30 % positivas ( $n=548$ ) y 2,91 % negativas ( $n=51$ ). El resto de las publicaciones corresponden a mensajes neutros, cuya carga de sentimiento por palabras no es destacable. La Figura 2 (izquierda) representa las volumetrías anteriormente mencionadas por red social, destacando la presencia de Twitter. Además, se detecta un patrón de comportamiento de todas las redes a lo largo del tiempo, cinco días de publicaciones elevadas y dos de bajada de publicación correspondientes a días laborables y festivos, respectivamente.

Otro aspecto destacable de la Figura 2 (derecha) es el número de «likes» por ratio de publicaciones. Instagram destaca con una ratio de 29,4 like/publicación, aunque TikTok es muy superior con 201,50 like/publicación, pero debido a sus escasas publicaciones la repercusión total es menor. En la situación opuesta se encuentra Twitter, al disponer de muchas publicaciones la ratio baja hasta los 3,03 like/publicación. Si atendemos a las 100 publicaciones de cada red social con mayor repercusión (viralidad), acaparan el 23,5 % de los like y apenas suponen un 0,1 % de las publicaciones, debido a su importancia se analizan las publicaciones de forma manual.

**Figura 2**

*Cronograma de recuento de publicaciones por red social y ratio en función de los «likes»*



*Fuente: elaboración propia.*

En síntesis, se evidencian los siguientes resultados en una visión macro de la gamificación. (i) Twitter es la red social con mayor número de publicaciones y polarización. (ii) Instagram dispone de un menor número de publicaciones que Twitter, pero acapara un total de «likes» superior y un predominio de sentimientos positivos. (iii) TikTok es la red con menor número de publicaciones, pero su viralidad es extrema, ocupa el ranking de mayor viralidad. (iv) El top 100 de publicaciones más virales capta la atención de los usuarios relegando a un segundo plano el resto de las difusiones. (v) En los días laborables la gamificación educativa es muy activa frente a los festivos. Las conclusiones extraídas de volumetría y sentimientos de cada red social son confirmadas por estudios previos. Sin embargo, cabe indagar el motivo de concentración de «likes» en Instagram y el patrón de actividad en la gamificación los días laborables, este último podría estar motivado por los descansos docentes o empresariales. Los resultados actuales en este punto marcan la línea investigadora, pero no confirman ninguna hipótesis.

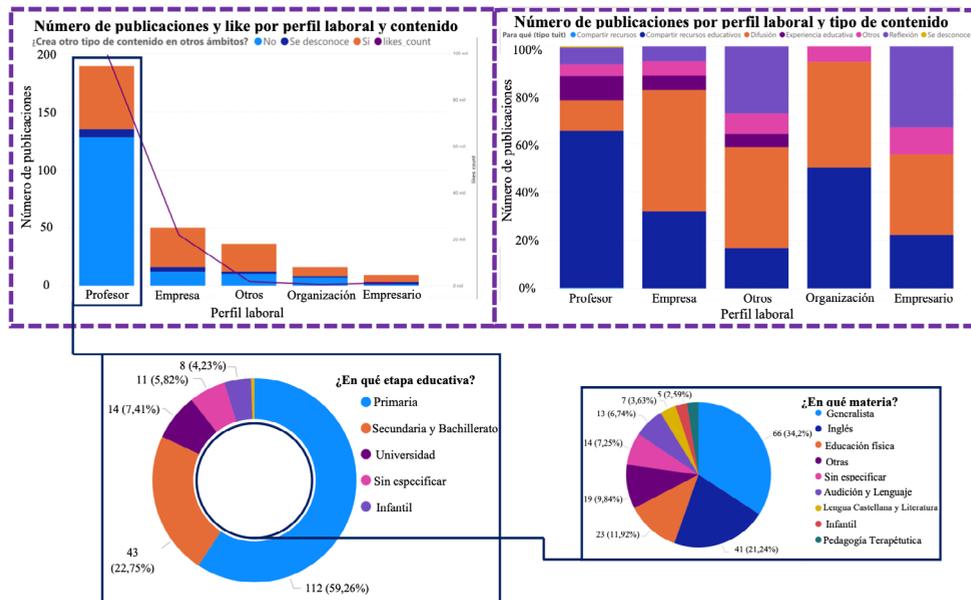
### El papel del profesorado en la difusión de recursos

Las publicaciones más virales con contenido de gamificación y educación en Twitter, Instagram y TikTok las realizan en mayor medida personas físicas (76,7 %;  $n=230$ ), seguidas de empresas (11,3 %,  $n=34$ ), plataformas digitales (6 %,  $n=18$ ) y organizadores de eventos educativos (3 %,  $n=9$ ). La mayoría se utilizan para compartir recursos educativos (51,7 %,  $n=155$ ) y difundir actividades de diversa índole (24,7 %,  $n=74$ ).

Las publicaciones realizadas por el profesorado (63 %,  $n=189$ ) destacan en las tres redes sociales (Twitter: 12 %,  $n=35$ ; Instagram: 29 %,  $n=86$ ; TikTok: 23 %,  $n=68$ ), y pertenecen en mayor número al profesorado de Educación Primaria (59 %,  $n=112$ ), seguidos del profesorado de Secundaria y Bachillerato (23 %,  $n=43$ ), de universidad (7 %,  $n=14$ ) y, en último lugar, Educación Infantil (4 %,  $n=8$ ). En cuanto al profesorado de Educación Primaria se evidencia que los perfiles que más publican son docentes generalistas (34 %,  $n=66$ ), le siguen aquellos que cuentan con especialidades curriculares en una determinada área de educación: Educación Física (12 %,  $n=23$ ), Audición y Lenguaje (7 %,  $n=13$ ), Inglés (21,24 %,  $n=41$ ) y Pedagogía Terapéutica (3 %,  $n=5$ ). Referente al profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato (23 %,  $n=43$ ) se detecta que prevalecen las publicaciones realizadas por el profesorado especialista en Inglés (63 %,  $n=27$ ), Lengua y Literatura (16 %,  $n=7$ ) y Educación Física (2 %,  $n=1$ ).

**Figura 3**

*Histograma de perfiles laborales en función del contenido y finalidad de la publicación, y gráficos circulares clasificatorios de etapa educativa y materias curriculares*



Fuente: elaboración propia.

En este sentido, el profesorado de todas las etapas educativas tiende a publicar contenidos que son desarrollados con propósitos pedagógicos, con la finalidad de compartir recursos (41 %,  $n=123$ ) para, por ejemplo, introducir el metaverso en la educación [P01]. Asimismo, tienen tendencia a difundir diversos contenidos (8 %,  $n=23$ ), juegos de *Escape Room*, tutoriales sobre Canva o herramientas que permiten trabajar el razonamiento [P02], entre otras. También comparten experiencias educativas (6 %,  $n=19$ ) que puedan ser de utilidad para la comunidad que está en red; publicaciones que contribuyen a la reflexión (4 %,  $n=13$ ) y otras acciones relacionadas de algún modo con la educación (3 %,  $n=9$ ) como, por ejemplo, nominaciones a premios del profesorado, trucos de magia con cartas, etc. (Figura 3, derecha).

Los datos expuestos confirman que (i) casi dos tercios de las publicaciones corresponden a docentes, (ii) de los cuales más de la mitad crean contenido exclusivo de educación con el objetivo de compartir recursos educativos, (iii) los docentes emplean mayoritariamente la gamificación en las etapas educativas de Primaria y Secundaria (6-16 años) con preferencias en Inglés y Educación Física. (iv) Si bien,

las empresas no se especializan, crean contenidos de diversa índole cuya finalidad es otorgar visibilidad del producto o servicio que ofrecen.

Se confirma la H1, pues el perfil que destaca en las redes sociales es el profesorado, especialmente aquel que ejerce su docencia en la etapa de Educación Primaria, adquiriendo un mayor protagonismo en Instagram.

## Instagram, la preferencia del profesorado gamificado

Los contenidos de las publicaciones realizadas para compartir recursos educativos se ubican en Instagram (26 %,  $n=78$ ), seguida de Tik-Tok (9 %,  $n=27$ ) y de Twitter (6 %,  $n=18$ ). El protagonismo de Instagram concuerda con uno de los usos principales de esta red, acercar y compartir recursos con distintos formatos (texto, imágenes, sonido y vídeos). En este sentido, las 10 publicaciones más virales (rango de «likes»: 1389-3512) pertenecen al profesorado de Educación Primaria (Tabla 2). La publicación con mayor número de «likes» es la que elabora un profesor de Pedagogía Terapéutica que, en esta ocasión, utiliza juegos como Dobble, Lince o Pictureka para trabajar la velocidad de procesamiento, la atención y la coordinación óculo-manual [ID01]. Sin embargo, el profesorado generalista [IG02, IG05, IG07, IG08] y el de Audición y Lenguaje [IG03, IG06, IG10] cuentan con más publicaciones en esta lista de destacados. De estas cuatro publicaciones, el profesorado generalista comparte material con la intención de promover la alfabetización audiovisual mediante el uso de películas (Encanto, Holly Moon, etc.) y cortos (El puente, El puercoespín, etc.) [IG05], repasar los contenidos trabajados en diversas materias utilizando *Halloween* [IG08] con apoyo de un *Escape Room*, entre otras. Si atendemos a las tres publicaciones del profesorado especialista en Audición y Lenguaje publican, entre otros aspectos, contenidos que contribuyen a mejorar la comprensión lectora a través de los menús de un restaurante [IG06]. Destaca la publicación de un profesor de inglés que comparte recursos para trabajar los verbos regulares e irregulares mediante el Monopoly con la herramienta *Genially Game* [IG09].

**Tabla 2**

*Publicaciones para compartir recursos educativos más virales de Instagram*

	ID	Enlace	ID	Enlace
	IG01	<a href="https://bit.ly/43iQVqd">https://bit.ly/43iQVqd</a>	IG06	<a href="https://bit.ly/3Mmb8V9">https://bit.ly/3Mmb8V9</a>
	IG02	<a href="https://bit.ly/45lFVdi">https://bit.ly/45lFVdi</a>	IG07	<a href="https://bit.ly/3MJA6iJ">https://bit.ly/3MJA6iJ</a>
	IG03	<a href="https://bit.ly/3IvDZFs">https://bit.ly/3IvDZFs</a>	IG08	<a href="https://bit.ly/3BHcbdm">https://bit.ly/3BHcbdm</a>
	IG04	<a href="https://bit.ly/3IuxDgb">https://bit.ly/3IuxDgb</a>	IG09	<a href="https://bit.ly/3MJoMDb">https://bit.ly/3MJoMDb</a>
	IG05	<a href="https://bit.ly/3ItjwRB">https://bit.ly/3ItjwRB</a>	IG10	<a href="https://bit.ly/3BLmiOu">https://bit.ly/3BLmiOu</a>

Fuente: elaboración propia.

Las publicaciones del profesorado de Educación Infantil (4 %,  $n=8$ ) pese a ser inferiores en número, comparadas con las de Educación Secundaria y Bachillerato (23 %,  $n=43$ ), reciben más «likes» (rango: 18-1290), y abordan distintos aspectos como marcadores virtuales (likes=127) o la preparación de detalles para entregar a los menores en sus graduaciones de infantil (likes=1.274). En ocasiones, se observan publicaciones sobre proyectos, como El Universo, coincidiendo con el tipo de metodología empleada en esta etapa educativa (likes=1.290). En cuanto a las publicaciones del profesorado de Secundaria y Bachillerato reciben menos likes (rango: 12-971), destaca Sintaximinó [PO3] (likes=836) que permite al alumnado repasar la sintaxis simple mientras juega al dominó, o Genomia [PO4] (likes=798), un juego en torno a conceptos básicos de genética humana. El profesorado de universidad no realiza publicaciones en Instagram.

En referencia a TikTok (9 %,  $n=27$ ) el impacto para compartir recursos educativos es moderado y se concentra en el profesorado de Educación Primaria (8 %,  $n=25$ ) con perfil generalista (8 %,  $n=23$ ) y apenas en Secundaria y Bachillerato (1 %,  $n=2$ ) realizan alguna publicación. Destaca la publicación relacionada con la captura de Pokémon [P8], cuya actividad articula la resolución de preguntas en equipo para trabajar contenidos curriculares (likes=7.747). El profesorado de Educación infantil y de universidad no comparten recursos educativos en esta red.

Respecto a Twitter, el profesorado de todas las etapas educativas publica contenidos con el propósito de compartir recursos educativos. La presencia del profesorado de Educación Primaria (2 %,  $n=6$ ) decrece, pero sobresale en Instagram y TikTok. Situación similar para el profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato (0 %,  $n=1$ ). Sin embargo, es en Twitter donde el profesorado universitario se hace presente (2 %,  $n=6$ ) con publicaciones de contenido científico como, por ejemplo, un artículo [PO5] (likes=68), o la difusión de un congreso [PO6] (likes=16). Esta presencia no suscita interés para la comunidad en red, si evaluamos el número de «likes». Es evidente que las publicaciones más virales quedan agrupadas en torno al profesorado de las etapas de enseñanza obligatoria, centrada en intercambiar materiales que puedan reutilizar en sus clases.

Ante los datos expuestos se sintetizan tres ideas. (i) Un comportamiento diferenciado de la etapa educativa del profesorado en función de la red social. (ii) Instagram es el medio de preferencia para el profesorado de Educación Primaria debido al atractivo audiovisual de los materiales que soportan actividades puntuales. (iii) Twitter es la preferencia del profesorado universitario, quien se orienta a compartir materiales de índole científica que no suscitan interés para la comunidad en red.

Se confirma parcialmente la H2, los perfiles más virales en número de «likes» se encuentran en Instagram con contenido multimodal.

## El género importa en las redes sociales

Del total de publicaciones más virales de las tres redes sociales, el 40.3 % ( $n=121$ ) pertenece al género femenino, el 38.3 % ( $n=115$ ) al masculino y el 21.3 % ( $n=64$ ) se desconoce. Este predominio coincide con lo reportado en la red social de Instagram, pues el género femenino (21 %,  $n=64$ ) es el que realiza más publicaciones frente al masculino (8 %,  $n=25$ ). Sin embargo, este patrón cambia en las publicaciones en la red social de Twitter y TikTok, donde predomina el género masculino (14 %,  $n=43$  y 16 %,  $n=47$ , respectivamente) en comparación al femenino (5 %,  $n=16$ ; 14 %,  $n=41$ ). Se evidencian las diferencias entre uno y otro género en la red social de Twitter.

Ahora bien, si ponemos el foco en las publicaciones realizadas por el profesorado (63 %,  $n=189$ ) en las tres redes sociales, se detecta que predomina el género femenino (35 %,  $n=105$ ) frente al masculino (28 %,  $n=83$ ). Las profesoras prefieren Instagram (21 %,  $n=63$ ) y los profesores TikTok (12 %,  $n=36$ ). Ambos géneros sobresalen en el número de publicaciones destinadas a compartir recursos educativos (F: 27 %,  $n=81$ ; M: 14 %,  $n=42$ ), aunque, tal y como se observa, son inferiores en este último. El profesorado utiliza las redes sociales para compartir recursos educativos y asumen un rol de creadores de contenidos, con uso destacado de Instagram en el género femenino.

En relación con las etapas educativas, Figura 4 (izquierda), las profesoras publican en mayor medida asociadas a Educación infantil (F: 2 %,  $n=7$ ; M: 0 %,  $n=1$ ), Educación Primaria (F: 20 %,  $n=60$ ; M: 18 %,  $n=53$ ), Secundaria y Bachillerato (F: 10 %,  $n=30$ ; M: 4 %,  $n=13$ ) y los docentes universitarios (F: 1 %  $n=3$ ; M: 4 %,  $n=11$ ). Las temáticas son variadas en función de la etapa educativa, en Educación Infantil se recogen propuestas educativas que complementan misiones espaciales [P10] (likes=1290); en Educación Primaria se comparten recursos de videojuegos de Pokémon (likes=4.887); en Secundaria y Bachillerato se divulgan páginas web para crear cómics [P07] (likes=971); y en la Universidad se plantean preguntas que invitan a la reflexión como, por ejemplo, si se puede educar con videojuegos [P09] (likes=44).

Los datos analizados evidencian que las profesoras (29 %,  $n=87$ ) difunden más contenidos educativos que los profesores (11 %,  $n=34$ ) en las etapas educativas caracterizadas por una feminización de la enseñanza, educación infantil y educación primaria.

La Figura 4 (derecha) expone las diferencias notables para la variable género. El género masculino supone un gran número de seguidores, 42,51 %, pero su porcentaje de like disminuye sobre el total al 25,90 % de los «likes» ( $n=115$ ). El género femenino dispone de un número reducido de seguidores con un 5,62 %, pero capta el mayor número de like, un 59,02 % del total ( $n=121$ ). Por último, el género desconocido agrupa empresas u organizaciones, con un 51,87 % de seguidores debido a sus campañas de publicidad, como “síguenos y consigue un 5 % de descuento”, pero apenas logra un 15,08 % de los «likes». Realizan 64 publicaciones con una mayoría

de contenido no especializado en educación, quizás poco atractivo para los perfiles educativos analizados.

**Figura 4**  
 Histograma del profesorado en función de la etapa educativa y género asociado a la suma de «likes» y dos ejemplificaciones de publicación



Fuente: elaboración propia.

En síntesis, las redes sociales son un reflejo de la sociedad actual. (i) El género femenino es mayoritario en la etapa infantil y el género masculino en la universidad situándose en las etapas educativas intermedias un equilibrio. (ii) El género masculino dispone de usuarios, seguidores y actividad de publicación superior al género femenino, pero con seguidores poco propensos al «like». En el lado opuesto, (iii) el género femenino dispone de menor número de seguidores, pero con apoyo fiel en cada publicación medidos en ratios de «likes». (iv) El género desconocido, mayoritariamente de empresas y organizaciones, disponen de la mayor cantidad de seguidores, pero carecen de viralidad por número de «likes», lo que evidenciaría poca sintonía educativa con la comunidad en red.

Ante estos resultados, la H2 añade dos nuevas dimensiones, la viralidad está influida por el género y la etapa educativa. Teniendo en cuenta que el profesorado de Primaria y Secundaria Obligatoria aglutinan las publicaciones en Instagram y TikTok y el profesorado universitario en Twitter, cabe seguir indagando para dar respuesta a la H2.

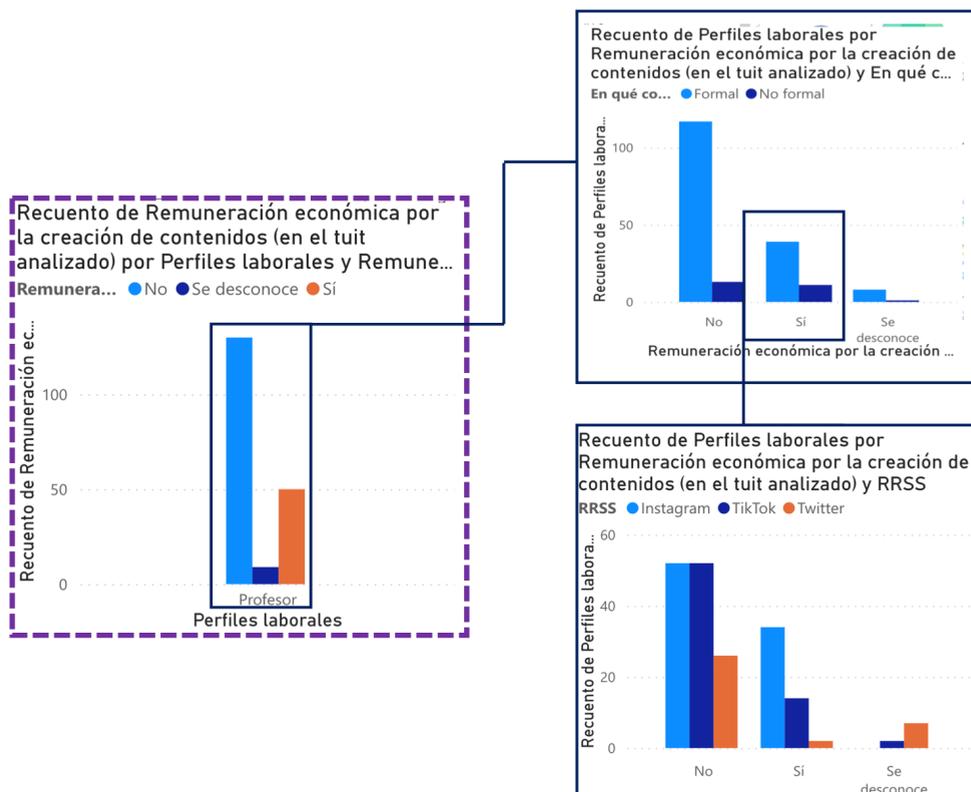
### **Mercantilización de la red para contenido de gamificación y educación**

De todos los contenidos educativos creados, el 17% ( $n=50$ ) del profesorado mercantiliza con los materiales diseñados, y es el profesorado generalista (9%,  $n=26$ ) el que evidencia mayor preferencia por la mercantilización. Los materiales se ponen a disposición de los usuarios a un precio que puede oscilar entre 1€ y 5€. A modo de ejemplo, la cuenta «Psicoeducando», desarrollada por una profesora de Pedagogía Terapéutica, aloja diversos materiales en los que se encuentra el «Juego de atención» (1.5€) cuyo propósito es practicar la velocidad de procesamiento y la fluidez verbal. La cuenta «Pizarra de Paula» es una tienda de materiales educativos, que aloja materiales como «la maleta verbal» [P27] (1€), que contiene la descripción morfológica de los verbos. La mayoría de los perfiles que comercializan con los materiales ejercen su actividad docente en contextos formales (13%,  $n=39$ ) y los crean para ser utilizados en dichos contextos, frente a aquellos perfiles que crean materiales para contextos no formales (4%,  $n=11$ ). La cuenta «deporteeducacion», sostenida por un profesor de Educación Física, aloja recursos didácticos de la especialidad del tipo detectiveEF [P11] o cartas de acrosport [P28] (3€).

Además, el 5% ( $n=15$ ) del profesorado que crea contenidos educativos en contextos formales y mercantiliza con ellos, también elabora contenido para otros ámbitos centrados generalmente en videojuegos o libros. Un material de este tipo es «En clase sí se juega» [P29], una guía práctica para crear juegos en el aula, o «Aprender lenguaje: sin papel ni lápiz» [P30] compuesto de diversas actividades para hacer en casa y en el colegio.

**Figura 5**

*Histograma del profesorado en función de la remuneración económica y el contexto, además de focalizar la red social en las publicaciones mercantiles*



Fuente: elaboración propia.

La base de datos global dispone de tendencias digitales como: inteligencia artificial [P12], pensamiento computacional [P14], chatbots [P15], asistentes virtuales [P16], aprendizaje automático [P17], blockchain [P18], tutoría inteligente, metaverso [P19], realidad virtual [P20], entornos inmersivos [P22], aprendizaje adaptativo y personalizado [P25] y Big Data [P26]. Los perfiles asociados a estas tendencias son variados, docentes que comparten vídeos donde representan actividades vinculadas a la programación con actividades de juego, o empresas que muestran las ventajas de sus productos o servicios en la enseñanza. El valor de estas tendencias en educación deberá superar el flujo de las modas que promulgan el carácter innovador de las mismas para sustentar acciones transformadoras que conjugue calidad y equidad. Si bien, estas tecnologías podrían marcar un nuevo camino en la educación sin ligarse a

intereses mercantiles. Esta situación de interés privados se ve reflejada claramente en las publicaciones relacionadas con laboratorios remotos y virtuales [P24], productos de realidad aumentada [P21], planes de formación en realidad extendida [P23] o jornadas de robótica [P13].

Atendiendo a la H3 se confirma (i) la presencia en las redes sociales de tendencias digitales educativas para promover la motivación en el aprendizaje y la adaptación a los intereses de los alumnos en entornos *online* y presenciales. De forma adicional (ii) se detecta una mercantilización de la red en tendencias digitales derivada de la necesidad de productos y servicios especializados.

Los datos expuestos dan respuesta parcial a la H2. (i) Existen intereses mercantiles en la temática de la gamificación y la educación incrementándose en las tendencias digitales, (ii) pero estos son menores en comparación con aquellos profesores que crean materiales tradicionales y los comparten sin fines lucrativos. En síntesis, las respuestas a la H2 nos permiten afirmar la viralidad del profesorado de Educación Primaria y Secundaria en Instagram, dos terceras partes de las publicaciones se orientan a compartir recursos con fines altruistas, y una tercera parte de ellas, junto con las empresas, buscan rendimiento económico mediante la publicidad en la red.

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN

Los docentes tienen un papel relevante como creadores de contenido educativo en las tres redes analizadas, frente a las empresas de la industria educativa y tecnológica. Aunque, el comportamiento es diferenciado en las tres plataformas digitales. Se constata que el género masculino dispone de seguidores y actividad de publicación superior al género femenino, pero los seguidores no corresponden con el número de like que cabría esperar. Resultados interesantes, si tenemos en cuenta que es el género femenino quien suscita un apoyo fiel si atendemos a las ratios de like por publicación, aún cuando sus perfiles no muestran igual fidelidad en el número de seguidores. Los perfiles de género femenino son reconocidos por el contenido compartido, un comportamiento paradójico para la visibilidad del contenido gamificación-educación. Estaríamos ante un comportamiento relevante que merece ser explorado, si tenemos en cuenta que a mayor número de seguidores más posibilidades de visualización-viralización. Las publicaciones reconocidas en las redes están en desigualdad en función del género que ostente un perfil. De nuevo, aparece el mismo patrón de comportamiento ya evidenciado para otros contenidos educativos (Barroso-Moreno et al., 2023).

En esta investigación, Instagram se evidencia como un espacio predilecto en el que mostrar y compartir materiales y proyectos educativos. La preferencia de los docentes por esta red social y para estos fines la modulan como un espacio de intercambio profesional. Esta cuestión queda confirmada dada la concentración de «likes» en esta red social y el patrón de actividad que se concreta en los días laborables, un arco temporal en el que la gamificación educativa es muy activa frente

a los días festivos. Es decir, el uso de esta red formaría parte de las preocupaciones y ocupaciones de índole profesional de aquellos docentes usuarios de redes. Instagram es la red social con mayor difusión de la gamificación educativa, en línea con Ladislav et al. (2019) y en respuesta a la H1. Las publicaciones orientadas a cuestionar y reflexionar sobre el valor de la gamificación para mejorar el aprendizaje quedan en segundo plano. En este sentido, es en Twitter donde identificamos publicaciones más proclives a interrogarse sobre el valor de la gamificación desde intereses científicos, asociadas al profesorado universitario, pero no suscitan la atención para la comunidad en red. Esta problematización de la gamificación podría explicar la polarización y sentimientos negativos de las publicaciones analizadas. Resultados relevantes por dos razones. Una, la investigación sobre el valor de gamificación es escasa y no concluyente en relación con los efectos positivos sobre la motivación, el compromiso y la mejora del aprendizaje, tal y como lo entienden Toda et al. (2018), Nolan y McBride (2014) y Almeida et al. (2023). La otra razón, es que este cuestionamiento es ajeno al profesorado de Educación Primaria y Secundaria, como evidencia el tipo de material que están dispuestos a compartir, principalmente fichas para apoyar el aprendizaje en Instagram, en Twitter su presencia es escasa.

Otros resultados obtenidos nos permiten concluir que Instagram es una red con cierta influencia en el desarrollo profesional del docente, aunque de signo contrario. Por un lado, es un espacio de encuentro e intercambio profesional altruista. Por otro lado, ofrecen una descontextualización y una visión de la gamificación como un conjunto de tareas detalladas, que apuntarían hacia una tendencia clara, la querencia por materiales prescriptivos. Los profesores para la gamificación asumirían un rol como agentes emergentes de distribución de materiales y, por ello, de mediadores entre el Currículo y la práctica a partir de fichas visualmente atractivas. Un tipo de material muy similar en su estética a los materiales de la Educación Infantil y Primaria comercializados por las editoriales. Una cuestión sobre la que seguir indagando es la racionalidad didáctica que informa el diseño de materiales que orienta la acción mediadora del profesorado entre el Currículo y la práctica. La naturaleza multimodal de la comunicación en Instagram legitimaría el contenido intercambiado. Téngase en cuenta que las publicaciones más virales no recogen discursos problematizadores sobre la gamificación en esta red social. Lo que publica en esta red social son actividades que justificarían por sí mismas la gamificación en la educación. Esta falta de referentes pedagógicos y didácticos naturalizaría la gamificación como una innovación que se reduce a aplicar fichas estética y visualmente atractivas (Wai-ye, 2021) que resaltan el carácter lúdico y motivador de las mismas (Kim et al., 2018; Sailer y Homner, 2020), para temas curriculares puntuales, sobre todo en el área curricular de Inglés y Educación Física.

Cabe resaltar otra función relevante a la que tampoco es ajena el profesorado, un uso mercantil de las redes analizadas, quien asumiría un rol de creador de contenidos con intereses crematísticos. El peligro es que la lógica mercantil, ajena a intereses educativos, se extienda entre el profesorado y defina la creación de materiales a

favor de productos estéticamente llamativos, pero carentes de referentes didácticos solventes. Los intereses económicos se hacen visibles para la gamificación en la categoría compartir recursos asociada a productos tecnológicos, en los que puede haber intereses corporativos empresariales. Una tendencia relevante identificada por Terlutter y Capella (2013), quienes consideran que las empresas pueden atraer la atención sobre sus productos y hacerlos atractivos, asociando sus productos a la gamificación educativa en la red.

En la misma línea, otro conjunto de resultados relevantes evidencia la asociación de la gamificación con tendencias digitales novedosas, escenarios por descubrir que requieren de marcos y planteamientos pedagógicos claros y de calidad. Téngase en cuenta que la H3 en este estudio queda confirmada. El pensamiento computacional o la realidad virtual en las aulas alumbran un futuro prometedor, pero requieren un esfuerzo sostenido y compartido de distintos actores para debatir qué modelo educativo y qué formación del profesorado son necesarios para aprovechar las potencialidades de estas tendencias digitales, en consonancia con Bourkhouk y El-Bachari (2022), Hu et al. (2020) y Calvera-Isabal et al. (2023). Un tema complejo y multidimensional sobre el que hay que desarrollar una vigilancia crítica compartida. El valor de la IA o el pensamiento computacional será una realidad en las aulas (Ezquerro et al., 2022), más por decisiones políticas y compromisos institucionales rigurosos que por los avances del desarrollo tecnológico. Sin embargo, las redes sociales analizadas funcionarían como espacios generadores de nuevas semánticas y lenguajes mediante inclusión de «hashtags» que ponen en relación el juego con productos del desarrollo tecnológico. Los «hashtags» definen una asociación entre ludificación educativa y tecnologías que funcionan como descriptores incuestionables y legítimos a priori que funcionarían como un reclamo publicitario sin un sustento pedagógico claro. La H2 queda confirmada por los intereses mercantiles en las publicaciones más virales que obvian aportar la visión educativa, en la línea que venimos discutiendo.

Los resultados obtenidos muestran la complejidad del comportamiento de las redes analizadas para el contenido gamificación y educación, y señalan dos caminos para seguir explorando. El primero, profundizar en el contenido de las publicaciones más virales, tal y como defiende Calvera-Isabal et al. (2023). El enfoque de análisis de materiales, una línea de investigación relevante en el campo del Curriculum, podría ser una buena alternativa a desarrollar en las redes sociales. Qué concepciones del aprendizaje y la enseñanza subyacen a los materiales compartidos y a qué valores se asocia la ludificación (competitividad o cooperación), permitirá clarificar las implicaciones didácticas de lo que se ha evidenciado como una tendencia clara, la relevancia de las redes sociales como espacios para compartir materiales. El segundo, analizar en profundidad las publicaciones más virales orientadas a compartir productos de empresas para identificar las acciones de influencia de los agentes empresariales que no tienen un perfil educativo, pero que dirigen sus productos al profesorado.

La presente investigación es una tendencia digital futura, *big data* en redes sociales con temática educativa. Para qué se utilicen las redes sociales, quiénes ostenten más influencia y en qué medida transformen el aprendizaje y la enseñanza, marca una hoja de ruta en el estudio sobre el poder de las redes para generar o no un cambio educativo.

## Apoyo

Acción financiada por la Comunidad de Madrid a través del Convenio Plurianual con la Universidad Complutense de Madrid en su línea Programa de Excelencia para el profesorado universitario, en el marco del V PRICIT (Plan Regional de Investigación Científica e Innovación Tecnológica).

## REFERENCIAS

- Almeida, F. y Simoes, J. (2019). The role of serious games, gamification and industry 4.0 tools in the education 4.0 paradigm. *Contemporary Educational Technology*, 10(2), 120-136. <https://doi.org/10.30935/cet.554469>
- Almeida, C., Kalinowski, M., Uchôa, A. y Feijó, B. (2023). Negative effects of gamification in education software: Systematic mapping and practitioner perceptions. *Information and Software Technology*, 156, 107142. <https://doi.org/10.1016/j.infsof.2022.107142>
- Barroso-Moreno, C., Rayon-Rumayor, L. y Bautista García-Vera, A. (2023). Big Data and Business Intelligence on Twitter and Instagram for digital inclusion. *Comunicar*, 74, 49-60. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-04>
- Bourkougou, O. y El-Bachari, E. (2022). A big data-oriented recommendation method in E-Learning environment. *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, 17(10). <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i10.27861>
- Buckley, P. y Doyle E. (2016). Gamification and student motivation. *Interactive Learning Environments*, 24(6), 1162-1175. <https://doi.org/10.1080/10494820.2014.964263>
- Calvera-Isabal, M., Santos, P., Hoppe, H. y Schulten, C. (2023). How to automate the extraction and analysis of information for educational purposes. *Comunicar*, 74, 23-35. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-02>
- Deng, X. y Yu, Z. (2023). An extended hedonic motivation adoption model of TikTok in higher education. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11749-x>
- Ezquerria, A., Agen, F., Rodríguez-Arteche, I. y Ezquerria-Romano, I. (2022). Integrating artificial intelligence into research on emotions and behaviors in science education. *Eurasia Journal of Mathematics, Science and Technology Education*, 18(4), em2099. <https://doi.org/10.29333/ejmste/11927>
- García-Carretero, R., Vigil-Medina, L., Barquero-Perez, O., Mora-Jimenez, I., Soguero-Ruiz, C. y Ramos-Lopez, J. (2021). Machine learning approaches to constructing predictive models of vitamin D deficiency in a hypertensive population: a comparative study. *Informatics for Health and Social Care*, 46(4), 355-369. <https://doi.org/10.1080/17538157.2021.1896524>

- González-Serrano, L., Talón-Ballesteros, P., Muñoz-Romero, S., Soguero-Ruiz, C. y Rojo-Álvarez, J. L. (2021). A big data approach to customer relationship management strategy in hospitality using multiple correspondence domain description. *Applied Sciences*, 11(1), 256. <https://doi.org/10.3390/app11010256>
- Gorman, K., Hirt, A., Noderer, D., Pearson, M., Rowland-Jones, J., Ryan, D., Sirpal, A. y Woody, B. (2020). *Introducing Microsoft SQL Server 2019: Reliability, scalability, and security both on premises and in the cloud*. Packt Publishing Ltd.
- Hristova, D. y Lieberoth, A. (2021). How socially sustainable is social media gamification? A look into Snapchat, Facebook, Twitter and Instagram. En A. Spanellis y J. T. Harviainen (Eds.), *Transforming Society and Organizations through Gamification* (pp. 225-245). Palgrave Macmillan. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-68207-1\\_12](https://doi.org/10.1007/978-3-030-68207-1_12)
- Hu, H., Zhang, G., Gao, W. y Wang, M. (2020). Big data analytics for MOOC video watching behavior based on Spark. *Neural Computing and Applications*, 32, 6481-6489. <https://doi.org/10.1007/s00521-018-03983-z>
- Kim, S., Song, K., Lockee, B. y Burton, J. (2018). What is gamification in learning and education? En S. Kim, K. Song, B. Lockee y J. Burton (Coords.), *Gamification in learning and education. Advances in Game-Based Learning* (pp. 25-38). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-47283-6\\_4](https://doi.org/10.1007/978-3-319-47283-6_4)
- Klašnja, A., Ivanović, M. y Budimac, Z. (2017). Data science in education: Big data and learning analytics. *Computer Applications in Engineering Education*, 25, 1066-1078. <https://doi.org/10.1002/cae.21844>
- Knight, D., Knight, B., Pearson, M., Quintana, M. y Powell, B. (2018). *Microsoft Power BI Complete Reference: Bring your data to life with the powerful features of Microsoft Power BI*. Packt Publishing Ltd.
- Ladislav, O., Pavel, M., Pitrová, J., Bouda, P., Gresham, G., Balcarová, T. y Rojík, S. (2019). Education and Business as a key topics at the Instagram posts in the area of Gamification. *Journal on Efficiency and Responsibility in Education and Science*, 12(1), 26-33. <https://doi.org/10.7160/eriesj.2019.120103>
- Lozano-Blasco, R., Mira-Aladrén, M. y Gil-Lamata, M. (2023). Social media influence on young people and children: Analysis on Instagram, Twitter and YouTube. *Comunicar*, 74, 125-137. <https://doi.org/10.3916/C74-2023-10>
- Mahmud, S., Husnin, H. y Tuan Soh, T. (2020). Teaching presence in online gamified education for sustainability learning. *Sustainability*, 12, 3801. <https://doi.org/10.3390/su12093801>
- Marín, D., Cuevas, N. y Gabarda, V. (2021). Competencia digital ciudadana: análisis de tendencias en el ámbito educativo. *RIED-Revista Iberoamericana De Educación a Distancia*, 24(2), 329-349. <https://doi.org/10.5944/ried.24.2.30006>
- Nespor, J. (2019). Cyber schooling and the accumulation of school time. *Pedagogy, Culture & Society*, 27(3), 325-341. <https://doi.org/10.1080/14681366.2018.1489888>
- Nolan, J. y McBride, M. (2014). Beyond gamification: reconceptualizing game-based learning in early childhood environments. *Information, Communication & Society*, 17(5), 594-608. <https://doi.org/10.1080/1369118X.2013.808365>
- Rodríguez-Ibáñez, M., Gimeno-Blanes, F. J., Cuenca-Jiménez, P. M., Soguero-Ruiz, C. y Rojo-Álvarez, J. L. (2021). Sentiment analysis of political tweets from the 2019 Spanish elections. *IEEE Access*, 9, 101847-101862. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3097492>

- Roig-Vila, R. y Álvarez Herrero, J. F. (2019). Repercusión en Twitter de las metodologías activas ABP, Flipped Classroom y Gamificación. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 22(2), pp. 79-96. <https://doi.org/10.5944/ried.22.2.23272>
- Sailer, M. y Homner, L. (2020). The gamification of learning: a meta-analysis. *Educational Psychology Review*, 32, 77-112. <https://doi.org/10.1007/s10648-019-09498-w>
- Salas-Rueda, R. A. (2021). Students' perceptions of the use of the flipped classroom during the educational process of linear functions. *Culture and Education*, 33(3), 431-454. <https://doi.org/10.1080/11356405.2021.1949109>
- Samad, S., Nilashi, M. y Ibrahim, O. (2019). The impact of social networking sites on students' social wellbeing and academic performance. *Education and Information Technologies*, 24, 2081-2094. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09867-6>
- Sánchez-Rivas, E., Ruiz-Palmero, J. y Sánchez-Rodríguez, J. (2019). Gamification of assessments in the natural sciences subject of primary education. *Educational Sciences: Theory & Practice*, 19(1), 95-111. <https://doi.org/10.12738/estp.2019.1.0296>
- Terlutter, R. y Capella, M. (2013). The gamification of advertising: Analysis and research directions of in-game advertising, advergames, and advertising in social network games. *Journal of Advertising*, 42(2-3), 95-112. <https://doi.org/10.1080/00913367.2013.774610>
- Toda, A. M., Valle, P. H. y Isotani, S. (2018). The dark side of gamification: An overview of negative effects of gamification in education. En A. I. Cristea, I. I. Bittencourt y F. Lima (Eds.), *Communications in Computer and Information Science* (pp. 143-156). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2\\_9](https://doi.org/10.1007/978-3-319-97934-2_9)
- Uz-Bilgin, C. y Gul, A. (2020). Investigating the effectiveness of gamification on group cohesion, attitude, and academic achievement in collaborative learning environments. *TechTrends* 64, 124-136. <https://doi.org/10.1007/s11528-019-00442-x>
- Wai-ye, M. (2021). Fostering musical creativity of students with intellectual disabilities: Strategies, gamification and re-framing creativity. *Music Education Research*, 23(1), 1-13. <https://doi.org/10.1080/14613808.2020.1862777>
- Zamora, R., Gómez-García, S. y Martínez-Martínez, H. (2021). Los memes políticos como recurso persuasivo online. Análisis de su impacto durante los debates electorales de 2019 en España. *Opinión pública*, 27, 681-704. <https://doi.org/10.1590/1807-01912021272681>
- Zimmer, J. C. (2022). Problematic social network use: Its antecedents and impact upon classroom performance. *Computers & Education*, 177, 104368. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2021.104368>

Anexo

**Tabla 3**  
*Identificadores y sus correspondientes enlaces citados en el texto*

ID	Palabra en el texto	Enlace	ID	Palabra en el texto	Enlace	ID	Palabra en el texto	Enlace
P01	Metaverso en la educación	<a href="https://bit.ly/45hrVBq">https://bit.ly/45hrVBq</a>	P11	detectivEF	<a href="https://bit.ly/3pWwctZ">https://bit.ly/3pWwctZ</a>	P21	Y realidad aumentada	<a href="https://bit.ly/3luco9f">https://bit.ly/3luco9f</a>
P02	Trabajar el razonamiento	<a href="https://bit.ly/3MqB8WT">https://bit.ly/3MqB8WT</a>	P12	Inteligencia artificial	<a href="https://bit.ly/3WqkKTI">https://bit.ly/3WqkKTI</a>	P22	Entornos inmersivos	<a href="https://bit.ly/3Wfcm1C">https://bit.ly/3Wfcm1C</a>
P03	Sintaximinó	<a href="https://bit.ly/43bwroH">https://bit.ly/43bwroH</a>	P13	Robótica	<a href="https://bit.ly/3MMGWnK">https://bit.ly/3MMGWnK</a>	P23	Realidad extendida	<a href="https://bit.ly/3MmdJyn">https://bit.ly/3MmdJyn</a>
P04	Genómica	<a href="https://bit.ly/3BGLoOK">https://bit.ly/3BGLoOK</a>	P14	Pensamiento computacional	<a href="https://bit.ly/3Isms8y">https://bit.ly/3Isms8y</a>	P24	Laboratorios remotos y virtuales	<a href="https://bit.ly/3BLmdKq">https://bit.ly/3BLmdKq</a>
P05	Artículo	<a href="https://bit.ly/45jWSzJ">https://bit.ly/45jWSzJ</a>	P15	Chatbots	<a href="https://bit.ly/43f4QNT">https://bit.ly/43f4QNT</a>	P25	Aprendizaje adaptativo y personalizado	<a href="https://bit.ly/3BJOzVq">https://bit.ly/3BJOzVq</a>
P06	Congreso	<a href="https://bit.ly/3qziSnW">https://bit.ly/3qziSnW</a>	P16	Asistentes virtuales	<a href="https://bit.ly/41UnIRh">https://bit.ly/41UnIRh</a>	P26	Big data	<a href="https://bit.ly/3omEzoA">https://bit.ly/3omEzoA</a>
P07	Cómic	<a href="https://bit.ly/3MBwvG5">https://bit.ly/3MBwvG5</a>	P17	Aprendizaje automático	<a href="https://bit.ly/43baqGQ">https://bit.ly/43baqGQ</a>	P27	La maleta verbal	<a href="https://bit.ly/41UZW07">https://bit.ly/41UZW07</a>
P08	Pokémon	<a href="https://bit.ly/45DTkgU">https://bit.ly/45DTkgU</a>	P18	Blockchain	<a href="https://bit.ly/3MfVXaF">https://bit.ly/3MfVXaF</a>	P28	Acrosport	<a href="https://bit.ly/4380DJW">https://bit.ly/4380DJW</a>
P09	Educar con videojuego	<a href="https://bit.ly/3C3zniQ">https://bit.ly/3C3zniQ</a>	P19	Metaverso	<a href="https://bit.ly/3MuKM3w">https://bit.ly/3MuKM3w</a>	P29	En clase sí se juega	<a href="https://bit.ly/3odEpcL">https://bit.ly/3odEpcL</a>
P10	misiones espaciales	<a href="https://bit.ly/3C2wvG3">https://bit.ly/3C2wvG3</a>	P20	Realidad virtual	<a href="https://bit.ly/45Ic8k">https://bit.ly/45Ic8k</a>	P30	Aprender lenguaje: sin papel ni lápiz	<a href="https://bit.ly/3OAVk3o">https://bit.ly/3OAVk3o</a>

Fuente: elaboración propia.

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 21 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 25 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 6 de octubre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024

# Didáctica y tecnología. Lecciones docentes desde la escuela remota de emergencia de larga duración

## Didactics and technology. Teaching lessons from the long-term emergency remote school



ID Cristóbal Suárez-Guerrero - *Universitat de València (España)*

ID Carmen Lloret-Catala - *Universitat de València (España)*

ID Borja Mateu-Luján - *Universitat de València (España)*

### RESUMEN

La crisis por Covid-19 obligó a las escuelas del mundo a cerrar sus puertas, pero no todas por el mismo tiempo. Países como Perú tuvieron que buscar alternativas tecnológicas para poder continuar ofreciendo educación por un periodo excesivamente largo de dos cursos académicos. Finalizado la pandemia, las clases volvieron a ser presenciales en abril de 2022, pero además del impacto negativo en el aprendizaje señalado por los estudios en periodos largos de cierre escolar, ¿qué nueva relación didáctica establecieron los docentes con la tecnología en ese contexto? Para dar respuesta, este trabajo buscó comprender la percepción del docente peruano en torno a la relación entre didáctica y tecnología generada tras dos años de mediación tecnológica provocada por el cierre de la escuela. Esta larga exposición a la tecnología es el marco que añade singularidad a los datos de este estudio. Para conocer este cambio se realizó un cuestionario *ad hoc* con preguntas de respuesta abierta contestado por 154 docentes peruanos de Educación Básica de Lima Metropolitana. La información recopilada fue analizada a través de una metodología cualitativa gracias a un proceso de codificación emergente de las respuestas agrupando los códigos obtenidos en categorías. Luego de dos años de cierre escolar, además de la demanda de formación didáctica y acceso tecnológico, los docentes creen conveniente que todas las prácticas didácticas con tecnología de la escuela de emergencia formen parte de la escuela presencial, a excepción de aquellas que invaden la privacidad de docentes, alumnos y familias.

**Palabras clave:** tecnología de la educación; Perú; educación básica; post Covid-19; enseñanza.

### ABSTRACT

The Covid-19 crisis forced schools around the world to close their doors, but not all for the same length of time. Countries such as Peru had to find technological alternatives to continue education for an excessively long period: two academic years. At the end of the pandemic, in April 2022, the students returned to face-to-face classes, but in addition to the studies reporting the negative impact of long school closures on learning, what new pedagogical relationship did teachers establish with technology in this context? To answer this question, this paper sought to understand Peruvian teachers' perceptions of the relationship between didactics and technology that emerged after two years of technological mediation forced by school closure measures. This long-term exposure to technology makes the data in this study unique. To find out more about this change, an ad hoc questionnaire was carried out. The open-ended questions of the questionnaire were answered by 154 Peruvian basic education teachers in the metropolitan area of Lima. The information collected was analysed using a qualitative methodology. Their responses were used in an emergent coding process and the resulting codes were grouped into categories. After two years of school closure and in addition to the demand for better training and access to technology, teachers believe that all technology-mediated educational practices used in the emergency school should be part of the face-to-face experience. The only exception would be those that invade the privacy of teachers, students and families.

**Keywords:** educational technology; Peru; basic education; post covid-19; teaching.

## INTRODUCCIÓN

Educación en la incertidumbre (Mèlich, 2019) ha ganado visibilidad a raíz de dos procesos, uno lento, pero inexorable, y otro de vértigo, pero potente. La crisis que hoy se vive lentamente está producida por el cambio climático que se manifiesta por ser un reto global e integral para el que se impone la tarea de diseñar soluciones que, como señala Latour (2023), deben entrañar esperanza y voluntad política. La otra crisis, la pandemia por coronavirus, que marcó un punto de inflexión en todos los ámbitos de nuestras vidas, para el que nada ni nadie estaba preparado, sigue coleando en nuestras mentes. El empeño por seguir educando a pesar del Covid-19, educar en la incertidumbre sanitaria, lejos de ser una tarea sencilla y mecánica, fue también un acto de resistencia que ha marcado la historia de estudiantes, padres, docentes, gestores y políticos del que se cabe recuperar lecciones educativas (Marshall et al., 2022; Lobos et al., 2023; Suárez-Guerrero et al., 2021). Por ello, mientras que para la crisis climática aún cabe buscar alternativas, de la crisis sanitaria debemos de tomar nota de lo aprendido. Este trabajo va en la segunda línea: qué lecciones se puede tomar sobre esta experiencia inédita para el estudio y debate sobre una potencial escuela y educación post Covid.

Las dimensiones de análisis de la educación básica, la escuela, en la crisis sanitaria son amplias y pueden remitir a temas sensibles como acceso, equidad, formación docente, alfabetización digital, necesidades socioemocionales, relación escuela-hogar, etc. (Huck y Zhang, 2021; Suárez-Guerrero y Lloret-Catala, 2022). No obstante, desde el punto de vista docente, la escuela remota de emergencia (Hodges et al., 2020), esto es, la versión de la escuela en distintos medios (TV, radio, internet, etc.) que singularizó la respuesta escolar en pandemia en el mundo, representó para los docentes, además del reto vital que supuso educar con la amenaza mortal del virus, un desafío didáctico y técnico singular. Hay evidencia que, además de las carencias en competencia digital docente generalizadas (Martínez-Garcés y Garcés-Fuenmayor, 2020), muchos docentes no tenían familiaridad con los modelos de aprendizaje a distancia o el aprendizaje combinado (Darling-Hammond y Hyler, 2020) del que podían tomar referentes para la docencia remota. Se puede decir que, para educar en pandemia, no se contó con una fórmula educativa validada ya que todo se tuvo que organizar por ensayo y error, pero de haberla existido, faltaba el requisito de la competencia digital del docente para sostenerla adecuadamente.

Cuando la tecnología se convirtió en la interfaz exclusiva de la escuela en tiempo de pandemia, los docentes –y alumnos– no ofrecieron una respuesta automática, sino que experimentaron un lento aprendizaje, un proceso de cambio, en la manera de pensar y hacer educación, pero esta vez con tecnología, que fue preciso reconstruir sobre la marcha. Parte de ese nuevo saber docente tuvo que ver con establecer una nueva relación teórica y práctica entre docencia y tecnología en un contexto de distanciamiento físico. Los docentes en todo el mundo, dado el contexto pandémico y en mayor o menor medida, tuvieron que poner a prueba sus nociones, actitudes

y destrezas didácticas conocidas para ver si podrían ser eficientes en un entorno tecnológico al que llegaron por urgencia. Antes de la pandemia, la tecnología era una variable más del hecho educativo, pero con la pandemia esta variable pasó a ser el entorno educativo. Por esta razón, la dimensión tecnológica de la escuela post covid es un núcleo de trabajo que, lejos de ser un tema únicamente técnico, remite a diversos aspectos críticos y actuales asociados a la función docente donde el conocimiento pedagógico es clave (Jandrić y Hayes, 2022) y abren, inexorablemente, al debate sobre la hibridación de la enseñanza y el aprendizaje (Cohen et al., 2020).

Entre esos aspectos pedagógicos críticos del que se puede tomar nota está la nueva relación establecida por los docentes en torno a la didáctica y la tecnología, conocimiento especialmente particular cuando el tiempo de duración de esta versión de la escuela fue de larga duración (World Bank, 2022). Para comprender cómo se ha configurado esa nueva relación docencia y tecnología, en este trabajo se estudia la mirada del docente en uno de los países que, lamentablemente, tuvo que experimentar una escuela remota de emergencia por casi dos largos y aciagos cursos académicos (Liberato y Alvarado, 2023). Este tipo de trabajos está relacionado al estudio de las creencias docentes sobre la tecnología (Tondeur et al., 2017) y es aquí donde cabe la pregunta que singulariza este estudio: ¿Qué nueva relación estableció el docente entre enseñanza y tecnología en un periodo tan largo de docencia remota de emergencia?

## LA ESCUELA REMOTA DE EMERGENCIA DE LARGA DURACION

La humanidad entera vivió la pandemia, pero no todos con la misma intensidad. Para contener la epidemia y sus diversos impactos, no fue suficiente tener un buen soporte hospitalario, esto ayudó a mitigar el impacto sanitario, pero la calidad de la respuesta global que cada país ensayó dependía de diversos factores clave, entre ellos, el desarrollo humano, la gestión política y la estrategia Covid-19 (Medina-Hernández et al., 2022). No obstante, en muchos países, el Covid-19 puso en evidencia las profundas inequidades que ya existían. Un indicador que pone en evidencia lo anterior es la tasa de letalidad, número de fallecidos por contagiados por Covid-19 que, según Worldometer<sup>1</sup>, fue extremadamente grave en países como Yemen (18,1%), Sudán (7,9%), Siria (5,5%), Somalia (5%) o Perú (4,9%). Este factor sanitario crítico, sumado a las diferencias económicas, la mala gestión pública y la precariedad de las condiciones de vida, fueron un caldo de cultivo para trastocar todos los aspectos de la dinámica social, y con ello la escuela.

Entre las regiones del mundo, además de África y Asia, donde la pandemia fue la causa de un notorio retroceso en la salud, la economía y la educación, está América Latina (World Bank, 2022). Según Acevedo et al. (2022), la caída de las horas de estudio, la caída de horas de docencia y el gran porcentaje de alumnos que abandonó la escuela de emergencia por falta de conectividad, redujo las oportunidades y mermó los resultados de aprendizaje en la región. No obstante, en los países de América

Latina sigue existiendo grandes diferencias educativas que hoy afectan al proceso de transición a la escuela post covid, pero sobre todo a su política educativa que tiene una gran deuda con la equidad y la eficacia (Darling-Hammond et al., 2021). Entre esos países está Perú, que en este trabajo sirve de muestra de la región.

Según la UNESCO<sup>2</sup>, datos sobre el seguimiento del impacto de la pandemia en la educación global, Perú tuvo cerrada la escuela 75 semanas (dos cursos) por la pandemia. En Perú, como en otros lugares de América Latina, la pandemia impactó sobre la experiencia educativa de estudiantes y docentes, influyendo negativamente en el rendimiento académico, así como en su salud emocional y mental (Almonacid-Fierro et al., 2021; Lobos et al., 2023). Pero, la escuela peruana ya adolecía de otras crisis. Gómez-Arteta y Escobar-Mamani (2021) destacan dos hechos clave: el sistema educativo peruano posee una marcada desigualdad en torno al acceso a un servicio educativo de calidad mucho antes de la pandemia que, no obstante, se incrementó con la emergencia sanitaria reduciéndose la cobertura educativa y, más aún, su calidad; la respuesta educativa virtual de largo tiempo en pandemia aumentó las debilidades del sistema educativo peruano ampliando las brechas de desigualdad social porque la escuela del Covid-19 relegó, por razones económicas, geográficas y tecnológicas, a muchos estudiantes y sus familias al derecho a la educación. Aunque la escuela peruana haya vuelto a abrir sus puertas en abril de 2022, no es la misma escuela, ya que en términos de aprendizaje y desarrollo social el país ha sufrido una pérdida incalculable, difícil de compensar, que marcará la agenda de los siguientes años (Azevedo et al., 2021; Espinal, 2021). Este trabajo se inscribe en este marco de crisis educativa acentuada por un largo periodo de cierre de la escuela peruana.

Para mitigar el impacto negativo de la pandemia en la educación peruana no fue suficiente la respuesta de emergencia del Ministerio de Educación de Perú (Minedu) denominada “Aprendo en Casa” (Andrade y Guerrero, 2021). Este servicio educativo buscó ser la alternativa para sostener una escuela durante el distanciamiento y cierre de escuela durante dos años. “Aprendo en Casa” brindó una serie de programas educativos en diferentes medios (televisión y radio) y una plataforma con experiencias de aprendizaje, recursos y orientaciones para el alumnado y los docentes en la educación en pandemia. Pero no todos los estudiantes en edad escolar peruanos pudieron acceder a esta alternativa, ya que las desigualdades económicas o geográficas –las condiciones materiales de la virtualidad– mermaron el acceso; como destaca Narcizo (2021), la digitalización de la escuela peruana es un bien mal distribuido.

En general, la escuela peruana vivió dos años con un problema sanitario nuevo y con los problemas de desigualdad social y económica de siempre. Los más perjudicados por la pandemia en general, y la educación remota de emergencia en particular, fueron las personas en situaciones de pobreza, las mujeres y los pueblos originarios peruanos (Iguñiz y Clausen, 2021). La alternativa tecnológica no fue suficiente para compensar los viejos problemas de la educación peruana que subsistían junto a la pandemia. ¿Por qué? Según Cáceres-Muñoz et al., (2020) y Van

Lancker y Parolin (2020), porque las oportunidades que imprime la digitalización reproducen las desigualdades estructurales del hogar de los estudiantes. Por ello que no existe una relación causa-efecto entre uso de tecnología y aprendizaje al margen de las condiciones sociales donde se alojan.

Pero además de los efectos negativos en el aprendizaje que provocó la pandemia, es necesario saber qué impacto generó en la enseñanza. Por ello, en este trabajo se busca responder a: ¿Qué nueva imagen educativa de la didáctica con tecnología tienen los docentes cuando por dos años la única interfaz entre docentes y alumnos fue la tecnología? Lo que señalan los docentes peruanos, muestra en este estudio, respecto a la relación didáctica y tecnología en la escuela de emergencia puede ser representativo, salvando las diferencias del contexto, en la mayor parte de países donde la escuela remota de emergencia duró más de 44 semanas.

Por ello, comprender cómo los docentes expuestos a un largo periodo de educación de emergencia redefinieron la didáctica con la tecnología en dos años de cierre de la escuela es muy significativo por el tiempo que supuso esta situación. Este tipo de estudios, además de dar voz a los docentes recuperando su imagen educativa de la tecnología (Tondeur et al., 2017), busca formar parte de esos estudios que no se centran solo en lo que la tecnología pueda hacer, sino bajo qué condiciones cabe su integración en la educación (Hidalgo Cajo y Gisbert-Cervera, 2022). Este tipo de estudios puede dar pistas sobre la experiencia didáctica del docente en el cierre de la escuela para encarar la búsqueda de una recomposición tan esperada de la educación peruana (Saavedra, 2023). Concretamente, este estudio se plantea como objetivo desvelar qué elementos de una didáctica de emergencia pueden mantenerse y reforzarse y cuáles deberían dejarse de lado en una escuela post Covid-19. Para ello se ha buscado comprender la percepción del docente peruano en torno a la relación entre didáctica y tecnología generada tras un largo periodo de dos años de educación digital de emergencia por Covid-19. Esta larga exposición a la escuela Covid-19 es el marco que añade singularidad a los datos de este estudio.

## MÉTODO

### Diseño

El presente estudio desarrolla una investigación cualitativa a partir de la información recogida entre mayo y julio de 2022 a docentes peruanos de la jurisdicción de la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) de Lima 023 una vez finalizado el período de emergencia sanitaria y reabiertos los centros educativos.

## Población y muestra

La población está constituida por docentes que impartieron clases durante los dos cursos académicos de educación remota de emergencia en UGEL 02, que es una instancia de gestión educativa descentralizada de la Dirección Regional de Educación de Lima Metropolitana. La UGEL 02 abarca los distritos del Rímac, San Martín de Porres, Independencia y Los Olivos y dentro de la Básica Regular encontramos 1394 docentes en Inicial, 2959 docentes en Primaria y 3264 en Secundaria (Ministerio de Educación de Perú, 2023). El cuestionario diseñado para esta investigación fue distribuido a través de LimeSurvey que se envió desde la dirección de la UGEL 02 a los docentes que habían dado clases en la educación remota de emergencia. En total fue respondida por 281 docentes y tras un proceso de depuración basado fundamentalmente en la eliminación de los cuestionarios con datos incompletos quedaron como válidos 154 respuestas (120 mujeres y 34 hombres) con una edad comprendida entre los 26 y los 64 años ( $\bar{x} = 49,22$ ;  $Me = 50$ ;  $SD = 8,76$ ). El estudio es descriptivo, pues el interés radica en los procesos, sentidos y comprensión obtenidos a partir de las palabras y/o descripciones de los docentes. Al tratarse de un estudio cualitativo no se pretende obtener una muestra representativa para generalizar resultados. Entre los encuestados, el 25 % es docente de Educación Inicial, el 38 % de Educación Primaria y el 37 % de Educación Secundaria. Siendo todos ellos docentes de centros públicos (145 de centros públicos y 9 de centros públicos de titularidad privada). Respecto a la conexión a internet en casa de los docentes, todos a excepción de una persona disponen de este servicio y lo utilizan, principalmente, a través del móvil y ordenador (portátil o de sobremesa) destacando el poco uso de tabletas (4 docentes).

## Instrumento

Para la recogida de la información se realizó un cuestionario<sup>4</sup> ad hoc que contiene dos segmentos: I. Datos generales (edad, sexo, nivel, tipo de centro, años de servicio, zona, tipo de conexión a internet y dispositivo) y II. Cuatro preguntas abiertas en torno a (1) Estrategias didácticas de digitalización que han funcionado en la educación de emergencia sanitaria y deberían instaurarse en la escuela presencial, (2) Estrategias didácticas en la educación de emergencia sanitaria con tecnología que deberían dejar de hacerse en la escuela presencial, (3) Innovaciones pedagógicas necesarias para mejorar la docencia con tecnología en una escuela presencial post Covid-19 y (4) Principales herramientas tecnológicas utilizadas durante la pandemia.

## Procedimiento del análisis

Con las respuestas pertenecientes al segundo segmento del cuestionario se lleva a cabo un análisis cualitativo con la ayuda del software Maxqda 2020 a través de un análisis temático inductivo (Braun y Clarke, 2006) que permitió la emergencia de categorías atendiendo a las cuatro cuestiones principales planteadas en el cuestionario más una categoría adicional, demandas docentes. Esta última recogió un elevado número de segmentos codificados relacionados con la demanda de un acceso universal a internet y la solicitud de más dotación de recursos tecnológicos tanto para el alumnado como los docentes. En la Figura 1 se muestra el resultado del análisis (Lloret-Catala et al., 2023):

**Figura 1**  
*Sistema de codificación tras el análisis cualitativo*

<b>Sistema de códigos</b>	Estrategias Covid-19 deben continuar	Comunicación con tecnología
		Recurso pedagógico
		Recurso tecnológico
		Apps
	Estrategias Covid-19 deben abandonarse	Ninguna
		Clases virtuales
	Uso RRSS	
	Evaluaciones sin retroalimentación	
	Comunicación asíncrona	
	Videollamadas grupales	
	Trabajos grupales	
	Comunicación virtual familias	
Docencia con tecnología post Covid-19	Biblioteca virtual	
	Metodologías pedagógicas activas	
	Apps comunicativas y educativas	
	Gamificación	
	Formación docente	
	Plataformas digitales	
Herramientas tecnológicas en pandemia	Aula virtual	
	Correo electrónico	
	Cuestionarios evaluativos	
	Plataformas de creación de contenido	
	Plataformas consumo de contenido	
	Apps móviles	
	Dispositivos e infraestructura	
Demandas docentes	Acceso universal internet	
	Más recursos tecnológicos	

*Fuente:* elaboración propia a partir de Lloret-Catala et al. (2023).

## RESULTADOS

A partir del sistema de códigos plasmado en la Figura 1, seguidamente se muestra de forma pormenorizada el análisis de las 5 categorías obtenidas atendiendo a las 3 etapas educativas en las que imparten docencia los encuestados (Educación Inicial, Primaria o Secundaria). Los resultados se presentan combinando narrativa académica junto con citas *verbatim* del discurso de los participantes.

### Estrategias didácticas de digitalización que han funcionado en la educación de emergencia sanitaria y deberían instaurarse en la escuela presencial

En la Tabla 1 se recogen las frecuencias de los códigos utilizados en el análisis de esta categoría. A continuación, se analizarán para cada una de las etapas educativas los segmentos codificados recopilados.

**Tabla 1**

*Número de segmentos codificados de las estrategias didácticas tecnológicas que han funcionado en la escuela de emergencia y deben continuar*

	INICIAL	PRIMARIA	SECUNDARIA
Comunicación con Tecnología	15	4	8
Recurso pedagógico	12	20	17
Recurso tecnológico	14	35	24
Apps	11	16	27
<b>TOTAL</b>	<b>52</b>	<b>75</b>	<b>76</b>

*Fuente:* elaboración propia a partir de Lloret-Catala et al. (2023).

En Educación Inicial los docentes relatan que las estrategias didácticas que más han funcionado son aquellas relacionadas con la comunicación con tecnología para mantenerse en contacto con alumnos, padres y otros docentes con la finalidad de comunicarse, enviar información, ofrecer retroalimentación y reunirse virtualmente. Para mantener esta comunicación, las Apps más utilizadas fueron WhatsApp, Google Meet y Zoom.

*“Nos han funcionado las reuniones virtuales con los padres de familia, nos acerca para mantenerlos informados y que nos apoyen en las estrategias y proyectos que los niños realizan en la escuela (IN, 29, 1)”.*

En esta etapa educativa los recursos pedagógicos más utilizados han sido aquellos basados en la gamificación siendo los cuentos interactivos, juegos educativos interactivos, canciones, vídeos educativos y lecturas. Respecto a los recursos tecnológicos destacan el uso de diapositivas, vídeos, infografías, grabaciones, software con juegos didácticos y canciones. En cuanto a las aplicaciones más utilizadas por los niños de inicial destacan las de “Aprendo en Casa” y las de comunicación definidas en el apartado en el párrafo anterior.

En el siguiente nivel educativo, Educación Primaria, los docentes también señalan que la comunicación virtual ha sido uno de los recursos más empleados. No obstante, se observa que aparecen menos segmentos codificados siendo menos relevantes que en los de Educación Inicial. El WhatsApp ha sido la aplicación más utilizada para esta finalidad.

En cuanto a los recursos pedagógicos, los docentes relatan que los más utilizados han sido, por orden, el trabajo en grupos virtuales colaborativos, el aula invertida, y la gamificación del aprendizaje a través de aplicaciones como Kahoot, fichas interactivas, lectura en cadena produciendo textos de manera colaborativa y las actividades de investigación. Por último, respecto a la Educación Primaria, los recursos tecnológicos más utilizados en esta etapa educativa son los vídeos, plataformas educativas como las aulas virtuales, páginas web, blogs y bibliotecas virtuales para la búsqueda de información, cuestionarios *online*, juegos educativos y fichas interactivas. Las aplicaciones con mayor uso han sido: Kahoot, Google Forms, Classroom, Padlet, Meet, Zoom, WhatsApp y Facebook.

En Educación Secundaria encontramos, como en etapas anteriores, que el uso de medios digitales en la comunicación con alumnos y familias ha funcionado en la educación de emergencia. En cuanto al uso de recursos pedagógicos los docentes relatan el uso del aula invertida, el uso de vídeos/canciones/cortos de películas para potenciar la reflexión, la lluvia de ideas colaborativa, la retroalimentación, el aprendizaje basado en proyectos y retos, trabajo cooperativo, foros y debates virtuales, aprendizaje autónomo, lecturas, evaluación formativa continua y grupos cooperativos de aprendizaje. Seguidamente, en cuanto a recursos tecnológicos cabe destacar que, por orden de relevancia encontramos el uso del aula invertida, uso de plataformas LMS (Learn Management System), uso de vídeos y videotutoriales, audios motivadores para fomentar la participación, videoconferencias, aplicaciones para elaborar infografías y presentaciones. Por último, en relación con las aplicaciones las más utilizadas (de mayor a menor frecuencia) son: LMS (Edmodo, classroom, Aprendo en Casa), WhatsApp, Zoom, Meet, Padlet, Jamboard, Khan Academy y Quizz.

*“El uso de vídeos/canciones/cortos de películas para potenciar la reflexión y el análisis de los estudiantes en el inicio de la sesión de aprendizaje (SE, 107, 1)”.*

## Estrategias didácticas en la educación de emergencia sanitaria con tecnología que deberían dejar de hacerse en la escuela presencial

En relación con esta cuestión destacar que la mayoría de docentes afirman que no se debería suprimir ninguna estrategia de la educación virtual en la presencial pues la mayoría son muy útiles y pueden complementar la formación presencial. Cabe destacar, tal y como se muestra en la Tabla 2, que a mayor nivel de etapa educativa encontramos más segmentos codificados a favor de no eliminar ninguna estrategia de educación virtual con tecnología.

**Tabla 2**

*Número de segmentos codificados de las estrategias didácticas tecnológicas de la escuela de emergencia que no deben continuar*

	INICIAL	PRIMARIA	SECUNDARIA
Ninguna	11	15	23
Clases virtuales	8	4	4
Uso RRSS	0	5	7
Evaluaciones sin retroalimentación	0	2	3
Entrega virtual de trabajos	0	7	0
Comunicación asíncrona	2	0	2
Videollamadas grupales	3	3	0
Comunicación virtual familias	2	0	0
Trabajos grupales virtuales	0	0	2
<b>TOTAL</b>	<b>31</b>	<b>36</b>	<b>41</b>

*Fuente:* elaboración propia a partir de Lloret-Catala et al. (2023).

*“No eliminaría ninguna, considero que la variedad de estrategias fortalece el proceso de enseñanza aprendizaje (IN, 79, Pos. 3)”.*

*“Ninguna, creo que esta experiencia de aprendizaje virtual durante la pandemia nos ha enseñado que la tecnología digital es un gran aliado para fortalecer los aprendizajes de los estudiantes en todas las circunstancias, ámbitos, espacios y contextos (SE, 38, Pos. 4)”.*

Observando los datos de la Tabla 2 destacamos que la primera estrategia que consideran que debería eliminarse es el uso de dispositivo móvil, sobre todo el uso del WhatsApp y redes sociales para mantenerse comunicado y enviar retroalimentación. Los docentes de las tres etapas educativas coinciden en la consideración del dispositivo

móvil y mensajería instantánea lo primero que les gustaría eliminar. El resto de estrategias que eliminarían en la educación presencial son las clases virtuales, sobre todo en la educación inicial, videoconferencias, evaluación sin retroalimentación y trabajos grupales.

*“Las clases por Whatsapp no deberían darse... ya no ...ni la retroalimentación a través del Whatsapp (PR, 265, 3)”.*

### Innovaciones pedagógicas necesarias para mejorar la docencia con tecnología en una escuela presencial post Covid-19

En relación con esta cuestión cabe destacar, tal como observamos en la Tabla 3, que los y las docentes de las tres etapas educativas demandan capacitación docente tecnológica y didáctica para poder apropiarse correctamente de la tecnología en la docencia.

#### Tabla 3

*Número de segmentos codificados sobre las innovaciones pedagógicas necesarias para mejorar la docencia con tecnología en la escuela post Covid-19*

	INICIAL	PRIMARIA	SECUNDARIA
Biblioteca virtual	2	0	0
Metodologías pedagógicas activas	0	0	5
Gamificación	6	4	0
Formación docente	14	22	14
Plataformas digitales	0	0	7
Apps comunicativas y educativas	0	5	0
<b>TOTAL</b>	<b>22</b>	<b>31</b>	<b>26</b>

*Fuente:* elaboración propia a partir de Lloret-Catala et al. (2023).

*“Lo más importante sería recibir capacitación de recursos tecnológicos, pero estos deben de ser acordes a nuestro nivel. (IN, 127, Pos. 3)”.*

*“Es necesario jornadas de capacitación personal o institucionalmente en el empleo de estrategias didácticas para poder desarrollar acciones innovadoras (IN, 279, Pos. 4)”.*

*“La integración de los recursos tecnológicos como estrategia constante y sostenible para el logro de aprendizajes (PR, 193, Pos. 4)”.*

*“Capacitaciones constantes referente al uso de programas que ayuden al docente a estar a la par con la enseñanza digital (SE, 133, Pos. 3)”.*

En cuanto a las innovaciones concretas observamos que difieren dependiendo de la etapa educativa. En Inicial se demanda una biblioteca virtual, en primaria aplicaciones para comunicar, fomentar lectoescritura y retroalimentación y, por último, en secundaria se demandan plataformas integradas de gestión de aprendizaje que permitan comunicarse, hacer entregas, retroalimentar. Los docentes de secundaria ya demandan aulas virtuales y plataformas con múltiples funcionalidades para gestionar el proceso de aprendizaje.

*“Establecer plataformas digitales integradas en donde el estudiante tenga acceso a toda la información relacionada con sus estudios asimismo los padres de familia también puedan tener acceso para estar informados sobre el proceso de aprendizaje y la evaluación de sus hijos (SE, 38, 5)”.*

## Principales herramientas tecnológicas utilizadas durante la pandemia

En cuanto a la última cuestión referida a las principales herramientas tecnológicas usadas durante la pandemia se ha realizado una codificación por dispositivo y finalidad (Tabla 4). En primer lugar, encontramos que en las tres etapas educativas se conectaron tanto desde el dispositivo móvil como desde la computadora. Con relación a las aplicaciones, siguen siendo las más utilizadas las aplicaciones con finalidad comunicativa (Whatsapp, Meet, Zoom), seguidas de aplicaciones para el trabajo colaborativo en el caso de primaria y secundaria (Padlet, Pizarras Virtuales, Google Drive, etc.), aplicaciones para crear contenido en primaria y secundaria (Power Point, Genially, Canva, Mindomo, apps para editar audios y vídeos...) y aplicaciones de gamificación como el Kahoot en el caso de primaria. Por último, cabe destacar que entre las aplicaciones para consumir contenido destaca YouTube y, sobre todo, en secundaria encontramos un amplio uso del aula virtual.

**Tabla 4**

*Número de segmentos codificados de las herramientas tecnológicas utilizadas durante la pandemia*

	INICIAL	PRIMARIA	SECUNDARIA
Aula virtual	2	13	31
Correo electrónico	2	1	3
Cuestionarios evaluativos	0	11	3
Crear contenido	11	14	15
Consumir contenido	8	12	7
Apps Colaborativo	6	27	20
Apps Gamificación	4	18	6
Apps Comunicación	25	35	36
Dispositivo móvil	10	7	8
Computadora (portátil o sobremesa)	10	7	7
internet	4	7	4
<b>TOTAL</b>	<b>82</b>	<b>152</b>	<b>140</b>

*Fuente:* elaboración propia a partir de Lloret-Catala et al. (2023).

## **Demandas docentes**

Para finalizar destacaremos que, aunque no sea una cuestión concreta, se han encontrado un elevado número de afirmaciones relacionadas con las demandas de los y las docentes sobre un acceso universal a internet y la demanda de una dotación de más recursos tecnológicos en los centros educativos y en los hogares (Tabla 5).

**Tabla 5**

*Número de segmentos codificados de las demandas docentes*

	Etapa Inicial, Primaria y Secundaria
Acceso universal al internet	29
Más recursos tecnológicos	50
<b>TOTAL</b>	<b>79</b>

*Fuente:* elaboración propia a partir de Lloret-Catala et al. (2023).

*“Hace falta más espacios de multimedia, máquinas o equipos más modernos menos lentos, para que los estudiantes disfruten al realizar sus*

*trabajos, internet permanente, bibliotecas digitales con variedad de temas y acceso a todas las áreas de desarrollo (SE, 117, 3)*".

*"Que primero se doten a los estudiantes las herramientas tecnológicas, sin eso no se puede avanzar (PR. 140, 6)*".

*"Que cada familia tenga conexión a internet para que trabaje las plataformas virtuales (219, Pos. 3)*".

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

No hay duda que la pandemia por Covid-19 ha generado a nivel internacional una línea de investigación educativa propia (Colás-Bravo, 2021). Existe una amplia gama de estudios que abordan el impacto de la pandemia en la educación básica mundial en torno a diversos núcleos temáticos como: la política educativa, el acceso a la tecnología, la salud emocional, la desigualdad socioeducativa, etc. Pese a la variedad, según la revisión realizada por Hammerstein et al. (2021) hay un consenso en la investigación educativa en pandemia: el cierre escolar tuvo un efecto negativo en el aprendizaje a nivel general, pero más acentuado en estudiantes más jóvenes y de familias con bajo nivel socioeconómico. A esta potente y necesaria línea de investigación, la pregunta que aporta este trabajo no está orientada a lo que el cierre de la escuela generó en los alumnos, sino sobre cómo impactó al saber de los docentes. La idea aquí es conocer cuál es esa nueva representación de un saber que los docentes ya conocían (didáctica) en un entorno nuevo (tecnología) y en condiciones anormales como la pandemia. Esta línea, que indaga sobre el estudio y valor de la percepción educativa (Tondeur et al., 2017), es de gran interés para entender el impacto de las representaciones pedagógicas de la tecnología en la educación (Blau et al., 2018; Suárez-Guerrero et al., 2023). Este trabajo se inscribe en esta línea.

En esa línea, se puede destacar cuatro ámbitos que singularizan el objeto de estudio en este trabajo. Por un lado, el contexto de la educación básica en un tiempo tan prolongado de cierre por la pandemia obligó a reeditar de forma remota una escolaridad ya en crisis durante dos años en Perú (Cáceres-Muñoz et al., 2020). Segundo, el uso de la tecnología digital, lejos de ser neutral e inocuo, orienta la atención y forma parte activa de las decisiones en torno a la autoconciencia, las interacciones mutuas, la concepción de la realidad y las interacciones con la realidad (Floridi, 2015). Tercero, la experiencia vivida por los docentes a nivel mundial como fuente de conocimiento de lo sucedido en la pandemia que, junto a sus testimonios (Almonacid-Fierro et al., 2022), constituyen un estadio de desarrollo en la teoría y práctica educativa. Y cuarto, la imagen educativa que los docentes construyen sobre el para qué de la tecnología (Tondeur et al., 2017) es angular para hacerla significativa

al contexto educativo. Por ello, este trabajo parte del supuesto que, en un contexto educativo singular de larga exposición docente a la tecnología, sabiendo que la tecnología añade un sistema de acción concreto, y que el docente, a su vez, emplea la tecnología desde una idea sobre su finalidad y funcionalidad, ¿qué nueva relación ha podido madurar entre la didáctica y la tecnología en este grupo de docentes?

La pandemia no solo aceleró los procesos de digitalización, por ensayo y error, en todos los países para el que ninguno estaba preparado del todo (Onyema et al., 2020), sino que también acrecentó el deterioro de los sistemas educativos más endebles añadiendo nuevos problemas educativos y agudizando otros ya existentes (Pokhrel y Chhetri, 2021). En Perú, como en países donde la duración del cierre de la escuela no fue anecdótica, sino que fue de larga duración (más de 44 semanas), es lógico hablar de un antes y un después en torno al rendimiento escolar (Espinal, 2021; Gómez-Arteta y Escobar-Mamani, 2021; Liberato y Alvarado, 2023). La pandemia, por tanto, obliga no solo a hablar de una escuela post Covid-19 como una vuelta a la normalidad, sino como el inicio de una nueva anormalidad.

Pues bien, del amplio mundo de las variables que explican la presencia de la tecnología en la educación en pandemia (Williamson et al., 2020), aquí se ha puesto la atención en la representación didáctica con tecnología. Entre esas representaciones docentes que se debería tener en una educación básica presencial post Covid-19, se puede destacar de este estudio dos principales conclusiones.

La primera, que hace referencia a las estrategias didácticas con tecnología en el marco del cierre de la escuela de larga duración. Los docentes de la muestra en todos los niveles educativos (Educación Inicial, Primaria y Secundaria) señalan que mantendrían todas las estrategias didácticas puestas en práctica con tecnología aplicadas en pandemia a excepción de aquellas, como la mensajería instantánea, que sobrepasan los límites de la privacidad entre docentes, estudiantes y familias. Aunque todos los docentes de todos los niveles hayan empleado y les haya funcionado la comunicación vía dispositivo móvil, especialmente WhatsApp y redes sociales, creen que es lo primero que deberían eliminar en una educación post Covid, junto, aunque en menor intensidad, las videoconferencias –especialmente en educación inicial–, la evaluación sin retroalimentación y el trabajo en grupo. Ahora bien, también hay diferencias según el nivel educativo. Los docentes de educación inicial destacan como apropiadas las estrategias didácticas con tecnología centradas en la comunicación y la gamificación, mientras que para los docentes de primaria y secundaria la gama de estrategias didácticas es mucho más amplia que en infantil y se destacan aquellas relacionadas con un mayor nivel de autonomía estudiantil, como el trabajo cooperativo virtual, el aula invertida o el aprendizaje basado en proyectos o retos con la ayuda de la tecnología.

La segunda conclusión tiene que ver con la imagen de las demandas docentes sobre el uso educativo de tecnología. Por un lado, los docentes de la muestra ponen en evidencia que es necesario promover el acceso a internet y la adquisición de dispositivos tecnológicos tanto en el contexto familiar como en el escolar, ya que no

se debe pasar por alto que muchos de los estudiantes no tienen la oportunidad de acceder a estos recursos. Por otro lado, existe una demanda recurrente por parte de este grupo docente que, a pesar de haber experimentado dos cursos de escuela remota de emergencia, sigue vigente la necesidad de una mayor capacitación en pedagogía, tecnología y estrategias didácticas virtuales. Esta demanda es una prioridad en el escenario docente actual (Portillo y López de la Serna, 2021).

En general, este trabajo pone de manifiesto que las diversas estrategias didácticas con tecnología puestas en práctica en la educación básica de larga duración tienen cabida en la educación presencial. Esto da pie a entender que los docentes desarrollan percepciones cada vez más híbridadas sobre los procesos de enseñanza y aprendizaje para una educación post covid-19 (Cohen et al., 2020). Por ello, la pandemia habría afianzado, por lo menos desde la imagen docente, que las estrategias didácticas deben y pueden ser pensadas de forma unitaria superando la dicotomía presencial o virtual para avanzar en una enseñanza alojada en un escenario único donde, además de una mayor flexibilidad y otro nivel de innovación docente, cabe un campo fecundo para reflexionar sobre una didáctica de los entornos híbridos.

## NOTAS

1. <https://web.archive.org/web/20230307225341/https://www.worldometers.info/coronavirus/>
2. <https://www.unesco.org/en/covid-19/education-response>
3. <http://www.ugel02.gob.pe/>
4. <https://ir.uv.es/OTUy7yn>

## Agradecimientos

Este estudio se pudo realizar gracias al apoyo de la Unidad de Gestión Educativa Local (UGEL) 02 de Lima, Perú.

## REFERENCIAS

- Acevedo, I., Flores, I., Székely, M. y Zoido, P. (2022). ¿Qué ha sucedido con la educación en América Latina durante la Pandemia? Banco Interamericano de Desarrollo. <https://doi.org/10.18235/0004175>
- Almonacid-Fierro, A., Philominraj, A., Vargas-Vitoria, R. y Almonacid-Fierro, M. (2022). Perceptions about Teaching in Times of COVID-19 Pandemic: Experience of Secondary Education in Chile. *European Journal of Educational Research*, 11(1), 457-467. <https://doi.org/10.12973/eu-jer.11.1.457>
- Almonacid-Fierro, A., Vargas-Vitoria, R., De Carvalho, R. S. y Fierro, M. A. (2021). Impact on teaching in times of COVID-19 pandemic: A qualitative study. *International Journal of Evaluation and Research in Education*, 10(2), 432-

440. <https://doi.org/10.11591/ijere.v10i2.21129>
- Andrade, P. y Guerrero, L. (2021). *Aprendo en Casa: balance y recomendaciones*. GRADE.
- Azevedo, J. P., Hasan, A., Goldemberg, D., Geven, K. y Iqbal, S. A. (2021). Simulating the potential impacts of COVID-19 school closures on schooling and learning outcomes: A set of global estimates. *The World Bank Research Observer*, 36(1), 1-40. <https://doi.org/10.1093/wbro/lkab003>
- Blau, I., Grinberg, R. y Shamir-Inbal, T. (2018). Pedagogical perspectives and practices reflected in metaphors of learning and digital learning of ICT leaders. *Computers in the Schools*, 35(1), 32-48. <https://doi.org/10.1080/07380569.2018.1427960>
- Braun, V. y Clarke, V. (2006). Using thematic analysis in psychology. *Qualitative Research in Psychology*, 3(2), 77-101. <https://doi.org/10.1191/1478088706qp0630a>
- Cáceres-Muñoz, J., Jiménez Hernández, A. S. y Martín-Sánchez, M. (2020). Cierre de Escuelas y Desigualdad Socioeducativa en Tiempos del Covid-19. Una Investigación Exploratoria en Clave Internacional. *Revista Internacional de Educación para la Justicia Social*, 9(3), 199-221. <https://doi.org/10.15366/riejs2020.9.3.011>
- Cohen, A., Nørgård, R. T. y Mor, Y. (2020). Hybrid learning spaces. Design, data, didactics. *British Journal of Educational Technology*, 51(4), 1039-1044. <https://doi.org/10.1111/bjet.12964>
- Colás-Bravo, P. (2021). Retos de la Investigación Educativa tras la pandemia COVID-19. *Revista de Investigación Educativa*, 39(2), 319-333. <https://doi.org/10.6018/rie.469871>
- Darling-Hammond, L. y Hyler, M. E. (2020). Preparing educators for the time of COVID... and beyond. *European Journal of Teacher Education*, 43(4), 457-465. <https://doi.org/10.1080/02619768.2020.1816961>
- Darling-Hammond, L., Schachner, A. y Edgerton, A. K. (2021). *Reiniciar y reinventar la escuela: El aprendizaje en los tiempos de COVID y más allá*. Learning Policy Institute. <https://web.tuclase.cl/wp-content/uploads/2022/07/Reiniciar-y-reinventar-la-escuela-Linda-Darling-Hammond.pdf>
- Espinal, S. (2021). Impacto del COVID-19 sobre las capacidades en educación: discusión para el caso peruano. En J. Iguíñiz y J. Clausen (Ed.), *COVID-19 & Crisis de Desarrollo Humano en América Latina* (pp. 367-377). Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-04093-6>
- Floridi, L. (Ed.) (2015). *The onlife manifesto: Being human in a hyperconnected era*. Springer Nature.
- Gómez-Arteta, I. y Escobar-Mamani, F. (2021). Educación virtual en tiempos de pandemia: incremento de la desigualdad social en el Perú. *Revista Chakiñan de Ciencias Sociales y Humanidades*, (15), 152-165. <https://doi.org/10.1590/SciELOPreprints.1996>
- Hammerstein, S., König, C., Dreisörner, T. y Frey, A. (2021). Effects of COVID-19-related school closures on student achievement-a systematic review. *Frontiers in Psychology*, 12, 746289. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.746289>
- Hidalgo Cajo, B. G. y Gisbert-Cervera, M. (2022). Factores determinantes que permiten establecer tipologías de profesorado en el contexto de la innovación tecnológica educativa. *Revista de Educación a Distancia*, 22(69), 71-103. <https://doi.org/10.6018/red.499171>
- Hodges, C., Moore, S., Lockee, B., Trust, T. y Bond, A. (2020, March 27). The difference between emergency remote teaching and online learning. *Educause Review*. <https://er.educause.edu/>

- articles/2020/3/the-difference-between-emergency-remote-teaching-and-online-learning
- Huck, C. y Zhang, J. (2021). Effects of the COVID-19 Pandemic on K-12 Education: A Systematic Literature Review. *New Waves-Educational Research and Development Journal*, 24(1), 53-84.
- Iguíñiz, J. y Clausen, J. (Eds.) (2021). *COVID-19 & Crisis de Desarrollo Humano en América Latina*. Pontificia Universidad Católica del Perú. <https://ir.uv.es/15jdnQD>
- Jandrić, P. y Hayes, S. (2022). Postdigital critical pedagogy. En *The Palgrave Handbook on Critical Theories of Education* (pp. 321-336). Palgrave Macmillan, Cham. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-86343-2\\_18](https://doi.org/10.1007/978-3-030-86343-2_18)
- Latour, B. (2023). *Habitar la Tierra*. Arcadia.
- Liberato, L. P. y Alvarado, M. (2023). Aprendizagem e política educativa na educação virtual nas escolas públicas peruanas durante a pandemia da COVID19. *Revista Tempos e Espaços em Educação*, 16(35), e18663. <https://doi.org/10.20952/revtee.v16i35.18663>
- Lloret-Catala, C., Suárez-Guerrero, C. y Mateu-Luján, B. (2023). *Didáctica y tecnología en la escuela digital de emergencia en Perú* [Data set]. Zenodo. <https://doi.org/10.3390/su15032341>
- Lobos, K., Cobo-Rendón, R., García-Álvarez, D., Maldonado-Mahauad, J. y Bruna, C. (2023). Lessons Learned from the Educational Experience during COVID-19 from the Perspective of Latin American University Students. *Sustainability (Switzerland)*, 15(3). <https://doi.org/10.3390/su15032341>
- Marshall, D. T. (Ed.) (2022). *COVID-19 and the classroom: How schools navigated the great disruption*. Rowman & Littlefield.
- Martínez-Garcés, J. y Garcés-Fuenmayor, J. (2020). Competencias digitales docentes y el reto de la educación virtual derivado de la covid-19. *Educación y humanismo*, 22(39), 1-16. <https://doi.org/10.17081/eduhum.22.39.4114>
- Medina-Hernández, E. J., Barco-Llerena, E. y Villalba-Acevedo, J. L. (2022). Preparación y reacción de los países del sur y norte global frente al COVID-19: un análisis comparado. *HiSTOReLo. Revista de Historia Regional y Local*, 14(30), 251-292. <https://doi.org/10.15446/historelo.v14n30.94006>
- Mèlich, J. C. (2019). *La sabiduría de lo incierto: lectura y condición humana*. Planeta.
- Ministerio de Educación de Perú (2023). *Censo educativo*. <https://ir.uv.es/F9oCkVD>
- Narcizo, C. (2021). Tensiones respecto a la brecha digital en la educación peruana. *Revista Peruana de Investigación e Innovación Educativa*, 1(2), e21039. <https://doi.org/10.15381/rpiiedu.vi12.21039>
- Onyema, E. M., Eucheria, N. C., Obafemi, F. A., Sen, S., Atonye, F. G., Sharma, A. y Alsayed, A. O. (2020). Impact of coronavirus pandemic on education. *Journal of Education and Practice*, 11(13), 108-121. <https://doi.org/10.7176/JEP/11-13-12>
- Pokhrel, S. y Chhetri, R. (2021). A Literature Review on Impact of COVID-19 Pandemic on Teaching and Learning. *Higher Education for the Future*, 8(1), 133-141. <https://doi.org/10.1177/2347631120983481>
- Portillo, J. y Lopez de la Serna, A. (2021). An international perspective for 'Improving teacher professional development for online and blended learning: A systematic meta-aggregative review'. *Educational Technology Research and Development*, 69(1), 25-28. <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09851-9>
- Saavedra, J. (2023). *Estamos tarde. Una memoria para recobrar la educación en*

- el Perú. Penguin Random House Grupo Editorial Perú.
- Suárez-Guerrero, C. y Lloret-Catala, C. (2022). La Digitalización de la Educación en Pandemia. Mirada del Docente Peruano. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 20(4). <https://doi.org/10.15366/reice2022.20.4.007>
- Suárez-Guerrero, C., Rivera-Vargas, P. y Raffaghelli, J. (2023). EdTech myths: towards a critical digital educational agenda. *Technology, Pedagogy and Education*. <https://doi.org/10.1080/1475939X.2023.2240332>
- Suárez-Guerrero, C., Sanz-Cervera, P. y Tijeras-Iborra, M. A. (2021). *Educación en Apurímac. Resistencia creadora en tiempos de pandemia*. McGraw-Hill.
- Tondeur, J., Van Braak, J., Ertmer, P. A. y Ottenbreit-Leftwich, A. (2017). Understanding the relationship between teachers' pedagogical beliefs and technology use in education: a systematic review of qualitative evidence. *Educational Technology Research and Development*, 65, 555-575. <https://doi.org/10.1007/s11423-016-9481-2>
- Van Lancker, W. y Parolin, Z. (2020). COVID-19, school closures, and child poverty: a social crisis in the making. *The Lancet Public Health*, 5(5), e243-e244. [https://doi.org/10.1016/S2468-2667\(20\)30084-0](https://doi.org/10.1016/S2468-2667(20)30084-0)
- Williamson, B., Rebecca, E. y Potter, J. (2020). Pandemic politics, pedagogies and practices: Digital technologies and distance education during the coronavirus emergency. *Learning, Media and Technology*, 45(2), 107-114. <https://doi.org/10.1080/17439884.2020.1761641>
- World Bank (2022). *Two years after: saving a generation*. World Bank. <https://doi.org/10.1596/37586>

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 26 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 25 de septiembre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 8 de octubre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024



# E-textiles para la educación STEAM en educación primaria: una revisión sistemática

## E-textiles for STEAM education in primary and middle school: a systematic review



- Paola Guimeráns-Sánchez - *Universidad de Vigo (España)*
- Almudena Alonso-Ferreiro - *Universidad de Vigo (España)*
- María-Ainoa Zabalza-Cerdeiriña - *Universidad de Vigo (España)*
- Inés María Monreal-Guerrero - *Universidad de Valladolid (España)*

### RESUMEN

El creciente interés por implementar la educación *maker* ha puesto de relieve que los textiles electrónicos (e-textiles) ofrecen numerosas posibilidades en el ámbito educativo. El artículo se basa en la metodología de revisión sistemática con el objetivo de caracterizar la producción científica relacionada con el uso educativo de los e-textiles en educación primaria<sup>1</sup> como elemento de acción en actividades que buscan despertar diversos conocimientos, habilidades y destrezas en el aprendizaje competencial de Ciencia, Tecnología, Ingeniería, Arte y Matemáticas (STEAM). La revisión se realiza entre los años 2006 al 2021 siguiendo los estándares PRISMA. Se consultaron cuatro bases de datos de reconocido prestigio internacional (Scopus, ERIC, WoS y ACM), encontrando, tras el cribado, 483 artículos, de los cuales se seleccionaron los 35 que cumplieran con los criterios de elegibilidad establecidos. Los resultados y discusión arrojan que la mayoría de los estudios se desarrollan en la educación no formal, siendo el kit LilyPad la herramienta de uso predominante. Se evidencian datos de la eficacia del uso de e-textiles para el aprendizaje de computación, circuitos, el pensamiento computacional. Existen numerosos estudios que determinan que los e-textiles promueven el fomento de la equidad y el aprendizaje competencial STEAM, siendo un campo dominado por la autoría femenina. Nuestro estudio concluye que el uso de los e-textiles en actividades educativas para estudiantes de 6 a 13 años, promueve habilidades en todas las áreas STEAM, en contextos formales y no formales, utilizando metodologías que fomentan la participación entre el alumnado y el aprendizaje competencial.

**Palabras clave:** e-textiles; STEAM; cultura *maker*; educación primaria; revisión sistemática de literatura.

### ABSTRACT

The growing interest in implementing maker education has highlighted the potential of electronic textiles (e-textiles) in the field of education. This article employs a systematic review methodology to characterize the scientific literature related to the educational use of e-textiles in primary education, focusing on their role in activities that stimulate diverse knowledge, abilities, and skills within the framework of Science, Technology, Engineering, Art, and Mathematics (STEAM) competencies. The review covers the period from 2006 to 2021, adhering to the PRISMA standards. Four prestigious international databases (Scopus, ERIC, WoS, and ACM) were consulted, resulting in the identification of 483 articles. After screening, 35 articles that met the predefined eligibility criteria were selected for analysis. The results and discussions elucidate that the majority of studies were conducted in non-formal educational settings, predominantly utilizing the LilyPad kit as the primary tool. The findings provide data supporting the effectiveness of e-textiles in facilitating learning related to computing, circuits and computational thinking. Numerous studies suggest that the use of e-textiles contributes to equity in STEAM competency acquisition, particularly notable due to the prevalence of female authorship in this field. In conclusion, our study demonstrates that the integration of e-textiles into educational activities for students aged 6 to 13 promotes STEAM skills across all domains. This impact extends to both formal and non-formal contexts, with methodologies designed to encourage student participation and competency-based learning.

**Keywords:** e-textiles; STEAM; *maker* culture; primary and middle school; systematic review.

## INTRODUCCIÓN

La educación STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Maths) es un nuevo modelo educativo competencial que destaca por favorecer la teorización e integración de las artes en las ramas de aprendizaje de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, aglutinadas comúnmente bajo el acrónimo de STEM (Aguilera y Ortiz-Revilla, 2021). Este modelo destaca porque apuesta por procesos de enseñanza y aprendizaje a través de la transdisciplinariedad (White y Delaney, 2021). Al estar estrechamente enraizado con la educación *maker* (Jia et al., 2021), busca garantizar la adquisición de un conocimiento transversal, en el que los contenidos de cada una de estas ramas no se trabajen de manera aislada, sino de forma interdisciplinar para garantizar un aprendizaje competencial, funcional, contextualizado y significativo. La apuesta por este enfoque ha traído consigo la incorporación de nuevos recursos didácticos como los e-textiles, que, similar a la robótica educativa por su carácter multidisciplinar, resultan eficaces para preparar a los docentes a integrar las ciencias de la computación y el pensamiento computacional en el currículum (Fields et al., 2019). Es por esto, que consideramos fundamental incorporar habilidades *maker* en la formación inicial y permanente del profesorado (Valente y Blikstein, 2019). Como se demuestra en el programa E-STITCH, los e-textiles se proponen como una de las piezas clave para que las materias STEAM puedan funcionar al mismo nivel (Tofel-Grehl et al., 2021; Tofel-Grehl et al., 2022). Dicho programa liderado por profesoras americanas como la Dr. Colby Tofel-Grehl o la Dr. Kristin Searle (2023), referentes en el ámbito universitario de los e-textiles aplicados a la educación, determina una tendencia al alza para incorporar dicha metodología en las aulas universitarias.

Los e-textiles son tejidos que tienen incorporados componentes digitales y electrónicos (Buechley et al., 2008). Investigadoras como Buechley et al. (2013) o Jayathirtha y Kafai (2020) señalan que la realización de proyectos de e-textiles es una forma efectiva de educar en STEAM y adquirir desenvolvimiento competencial desde una edad temprana. Estas últimas autoras, en los resultados de su metasíntesis de 64 artículos sobre una década de e-textiles, de los cuales 8 artículos se incluyen dentro de nuestro objeto de estudio, afirman que éstos son un campo motivador y prometedor para la participación equitativa y ampliación al acceso a la educación informática, concluyendo que es necesario profundizar en estas investigaciones para determinar las oportunidades que representan de cara a que el alumnado pueda acceder al campo de las ciencias de la computación. Por su parte, Buechley et al. (2013) recogen evidencias empíricas que profundizan en los beneficios del uso de los e-textiles en la educación y cómo los kits de construcción de e-textiles están remodelando la educación tecnológica.

Por ello, en este momento de expansión de la educación *maker*, resulta de interés interrogarse sobre la efectividad de los e-textiles para despertar la curiosidad por las materias científicas y tecnológicas a edades tempranas. Por tanto, se propone una

revisión sistemática de literatura para conocer el uso de los e-textiles como recurso educativo de apoyo para el aprendizaje STEAM en estudiantes de entre 6 y 13 años. Para dar respuesta a este objetivo, se han planteado las siguientes preguntas de investigación:

- ¿Qué áreas STEAM se trabajan a través de los e-textiles y con qué tecnologías?
- ¿Qué enfoques metodológicos se emplean para integrar los e-textiles en educación primaria?
- ¿En qué contextos se aborda el aprendizaje de e-textiles con estudiantes de 6 a 13 años?

## ANTECEDENTES

### E-textiles en el contexto del movimiento *maker*

Se denominan textiles electrónicos o e-textiles a los “artefactos de tela que incluyen computadoras integradas y otros dispositivos electrónicos” (Peppler, 2013, p. 38). La creación de estos artefactos está asociada al área de las tecnologías vestibles que tradicionalmente ha estado reservada para científicos, ingenieros textiles, profesionales de la salud y pioneros en las artes y el diseño de moda (Ryan, 2014). Este campo multidisciplinar surge de las investigaciones realizadas en la década de los noventa en el ámbito del diseño de interacción aplicado a lo vestible, y se caracteriza por utilizar novedosos materiales flexibles, conductores e inteligentes, con los cuales se pueden conseguir resultados muy visuales y estéticos (Berzowska, 2005; Orth et al., 1998). En la creación de estos artefactos se une la ingeniería y la computación para crear computadoras que sean “suaves, coloridas, accesibles y hermosas” (Buechley et al., 2013, p. 1), permitiendo la posibilidad de combinar el arte y la expresión creativa con la ingeniería, adentrándonos en dominios de conocimiento como la programación, el trabajo manual y la electrónica (Kafai et al., 2019).

Dicho campo era complejo e inaccesible hasta finales de los años 90, pero alrededor del 2006 la eclosión del movimiento *maker* y la filosofía *Do it Yourself* (DIY) permitió su democratización (Posch y Fitzpatrick, 2021; Perner-Wilson y Buechley, 2013). La cultura *maker* surge en los Estados Unidos y se populariza a nivel global a través de las *Maker Faires* (Dougherty, 2013). Los *makers* (Hatch, 2014) realizan actividades que consisten en construir cosas en espacios de aprendizaje colaborativo tanto físicos como digitales, y sus proyectos están asociados con el uso de las impresoras 3D, la robótica o los e-textiles, entre otros (Anderson, 2012). La educación *maker* defiende el hacer (o crear/construir) como una forma de aprender (Peppler y Bender, 2013) y destaca por contribuir a las denominadas habilidades del siglo XXI (González-Pérez y Ramírez-Montoya, 2022). Las raíces de este movimiento

se asocian con la teoría constructivista de Papert (1980), y a su vez, con las teorías constructivistas del aprendizaje (de clásicos como Piaget, Vygotsky o Dewey).

En el desarrollo y construcción de los e-textiles se crean artefactos electrónicos que pueden ser vestibles o que incluyen circuitos u ordenadores programables, lo que favorece el aprendizaje, puesto que se crea un artefacto personalmente significativo (Papert y Harel, 1991).

En los últimos años, la construcción de medios digitales y el aprendizaje de la electrónica se han vuelto accesibles para todos los públicos (Spina y Lane, 2020), favoreciendo que los e-textiles aplicados a la educación se conviertan en un interesante recurso didáctico para trabajar la educación STEAM.

### Educación STEAM con e-textiles

La educación STEM parte de un modelo integrador que facilita el aprendizaje desde la propia experiencia y que da respuesta a las exigencias propias del nuevo milenio (Tytler, 2020; Sanders, 2009). Gradualmente, y con el fin de añadir una perspectiva más creativa e innovadora, se integra el Arte, surgiendo así el término STEAM (Perignat y Katz-Buonincontro, 2019; Maeda, 2013; Yakman 2008). Entre las diferentes iniciativas propuestas que responden a este enfoque educativo destaca el aprendizaje basado en proyectos en el contexto de los e-textiles. Al considerarse el enfoque constructivista en el campo del STEAM, los e-textiles prometen ser un importante recurso didáctico que ofrece numerosas posibilidades para el desarrollo de una educación centrada en estas áreas (Kara y Cagiltay, 2023; Hughes y Morrison, 2018). En este sentido, entre otros aspectos, varios autores han demostrado que la creación de artefactos de e-textiles beneficia el desarrollo del pensamiento creativo y crítico (Lui et al., 2019; Peppler y Wohlwend, 2018) y favorece que el alumnado aprenda de manera novedosa sobre conceptos de circuitos eléctricos (Tofel-Grehl et al., 2017). Dadas sus características, diferentes autoras argumentan que representan una oportunidad para la expansión del aprendizaje de las ciencias de la computación (Jayathirtha y Kafai, 2019), incluyendo elementos de circuitos, el *design thinking* y las artes, desdibujando de esta forma los límites tradicionales entre disciplinas (Kafai et al., 2014). En esta línea, se señala este campo y sus aplicaciones a la educación como pieza clave para trabajar las materias STEAM (Fields y Kafai, 2023; Peppler, 2013) y fomentar el pensamiento computacional (Wing, 2006). En particular, porque la incorporación del diseño iterativo (Fields et al., 2019) ofrece el escenario de aprendizaje para que los estudiantes adquieran competencias en la asunción de riesgos que determinen el manejo del pensamiento computacional desde la base crítica.

Siguiendo a Papert (1980), los ámbitos de las ciencias del aprendizaje y la tecnología educativa se han centrado en que los estudiantes aprenden manipulando y creando objetos digitales. Esto se refleja en el uso de plataformas como, por ejemplo, TurtleStitch, que permite bordar lo que programas y crear proyectos en textiles.

Los proyectos realizados por la comunidad representada, entre otros, por Margaret Low, han demostrado su potencial para que el alumnado adquiera competencias en diseño, matemáticas, arte y composición (Klimczak y Solomon, 2022). En esta línea, en el campo de los e-textiles han emergido numerosos kits de construcción que ofrecen diferentes enfoques para iniciarse en la programación, la electrónica y las STEAM. El uso de estos kits en el aula ofrece una mayor transparencia sobre el aprendizaje que los kits de construcción de robótica (Kafai et al., 2014). Buechley (2006) diseñó el kit LilyPad con el objetivo de ampliar la participación en las ciencias de la computación.

El kit LilyPad fue diseñado de manera similar al kit LEGO Mindstorms (Resnick et al., 1988) e incluye una placa programable de bajo coste y código abierto basada en Arduino (Banzi, 2008), hilo conductor y diferentes sensores y actuadores adaptados para ser fácilmente cosibles al textil, lo que permite a los usuarios diseñar y crear sus propios e-textiles (Buechley et al., 2008). Existen otros kits similares como Flora, LilyTiny o EduWear que, al igual que LilyPad, enfatizan el acto de coser los circuitos y hacerlos visibles con la finalidad de que el usuario tenga una comprensión de la programación, la electrónica y los circuitos (Lovell et al., 2023; Schelhowe et al., 2013; Stern y Cooper, 2015). Otros kits pre-fabricados como i\*CATch o Make Wear ofrecen un sistema de *plug-and-play* y son más amigables (Kazemitabaar et al., 2017; Ngai et al., 2013). Quilt Snaps y TeeBoard (Buechley et al., 2005; Ngai et al., 2009b) tienen como objetivo principal que el alumnado profundice en la experiencia computacional. Todos estos kits de construcción ofrecen una interesante nueva gama de herramientas y materiales, tanto para el profesorado como para el propio alumnado. Al demostrarse su valor educativo, los e-textiles se han convertido en una práctica competencial que está ganando importancia, constituyéndose como un campo potencialmente emergente de investigación educativa, la elaboración de materiales curriculares similares a los de la robótica educativa (Fields y Kafai, 2023; Hébert y Jenson, 2020) y aparición de libros con actividades adaptadas a los Estándares de Ciencias de la Próxima Generación (NGSS) americanos, pensados para que el profesorado lleve los e-textiles al aula (Peppler, Gresalfi et al., 2014; Peppler, Salen Tekinbas et al., 2014). Tras la reciente implementación en el aula del modelo STEAM y con el fin de mejorar el aprendizaje del alumnado, el uso de los e-textiles se ha ido integrando gradualmente en los contextos educativos a través de la creación de espacios de aprendizaje (Peppler, 2022; Martínez y Stager, 2013). Como indican Halverson y Sheridan “la gran promesa del movimiento *maker* en la educación es democratizar el acceso a los discursos de poder, para que los usuarios puedan convertirse en productores de sus propios artefactos, especialmente si estos artefactos están contruidos con las tecnologías del siglo XXI” (2014, p. 502). Por todo ello, y pensando en los beneficios que este recurso educativo representa de cara a una formación científica y tecnológica a temprana edad, resulta necesaria la investigación de su uso en educación con estudiantes de 6 a 13 años.

## MÉTODO

Para dar respuesta a las preguntas de investigación, se ha llevado a cabo una revisión sistemática de la literatura (RSL) científica específica (Newman y Gough, 2020) que aborda los e-textiles aplicados a la educación en el campo STEAM. Se emplearon bases de datos propias de la investigación en ciencias sociales, centrándonos en educación (Scopus, ERIC, WoS) y una especializada en ciencias de la computación (ACM Digital Library), ya que resulta de gran interés como una de las fuentes de referencia para estudios que se encuentran en la intersección de la Informática con las Ciencias Sociales y las Humanidades. Se han seguido las pautas marcadas por la declaración PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic review and Meta-Analysis protocols) (Page et al., 2021).

### Revisión sistemática de literatura

La estrategia de búsqueda se inició con la selección de las palabras clave en los tres ejes conceptuales que configuran la RSL realizada (Tabla 1).

**Tabla 1**

*Bases de datos, ecuaciones de búsqueda y resultados*

Base de datos	Ecuaciones de búsqueda	Número de artículos encontrados
Scopus	TITLE-ABS-KEY ((“e-textiles” OR “electronic textiles” OR lilypad OR wearable*) AND (steam OR stem OR math OR science* OR technolog* OR engineering OR art*) AND (“middle school” OR “K-12” OR “primary education” OR “primary school” OR “elementary school” OR “elementary education” OR “compulsory education”))	139
WoS	TS=((“e-textiles” OR “electronic textiles” OR wearable* OR LilyPad) AND (STEAM OR STEM OR math* OR science* OR technolog* OR engineering OR art*) AND (“K-12” OR “elementary school” OR “elementary education” OR “middle school” OR “primary school” OR “primary education” OR “compulsory education”))	86
ERIC	(“e-textiles” OR “electronic textiles” OR lilypad OR wearable*) AND (steam OR stem OR math* OR science* OR technolog* OR engineering OR art*) AND (“middle school” OR “K-12” OR “primary education” OR “primary school” OR “elementary school” OR “elementary education” OR “compulsory education”)	36

Base de datos	Ecuaciones de búsqueda	Número de artículos encontrados
ACM Digital Library	[[All: “e-textiles”] OR [All: “electronic textiles”] OR [All: wearabl*] OR [All: lilypad]] AND [[All: steam] OR [All: stem] OR [All: math*] OR [All: science*] OR [All: technolog*] OR [All: engineering] OR [All: art*]] AND [[All: “compulsory education”] OR [All: “middle school”] OR [All: “primary school”] OR [All: “elementary school”]]	448

Se emplearon bases de datos de reconocido prestigio, que albergan publicaciones de impacto, con el fin de garantizar que los estudios cumplan con los estándares de la comunidad científica, centrándonos en publicaciones con disponibilidad de texto completo. Consideramos el año 2006 como año de inicio de la revisión sistemática atendiendo a la publicación del artículo de Buechley et al. (2006) que hace referencia al potencial de los e-textiles en la educación. Los idiomas de publicación incluidos fueron el inglés y el español, dos de las lenguas mayoritarias en la Academia.

Los registros bibliográficos resultado de las búsquedas de cada base de datos se exportaron a un documento Excel. Desde este *software* se gestionó el listado de artículos, con una pestaña para el registro de cada una de las bases de datos y una pestaña con el global de publicaciones, donde se eliminaron manualmente los duplicados, obteniendo un total de 641 registros. El proceso de selección partió de la revisión de títulos y resúmenes de los documentos registrados. Atendiendo a los criterios de elegibilidad (Tabla 2), se incluyeron investigaciones en inglés que abordan el uso de los e-textiles para el aprendizaje STEAM en nuestro rango de estudio; excluyéndose artículos publicados fuera del período establecido (2006-2021). Posteriormente se comprobó si el texto completo era accesible. En este punto se excluyeron 17 documentos (Figura 1).

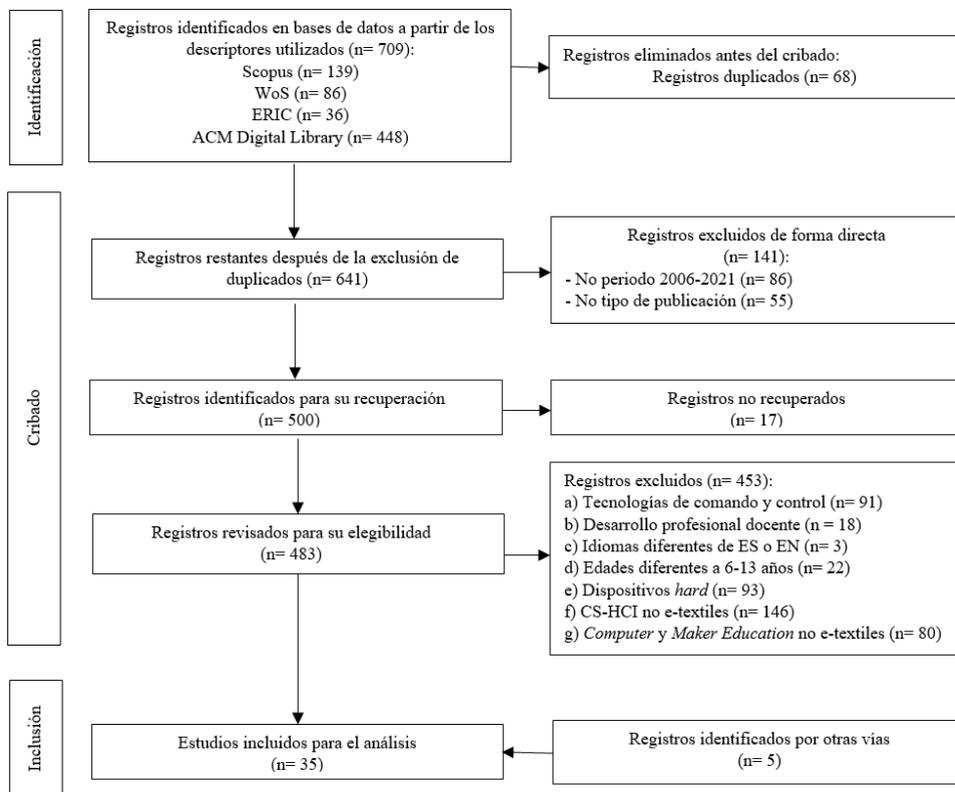
**Tabla 2**  
**Criterios de inclusión/exclusión de la RSL**

Criterios de inclusión	Criterios de exclusión
(a) Publicados entre 2006-2021. (b) Disponible texto completo. (c) Artículos publicados en las bases de datos Scopus, WoS, ERIC y ACM. (d) Artículo de revista, conferencia o capítulo de libro.	(a) Publicaciones en el que el término “e-textiles” o “wearable” se mencionan como dispositivos de comando y control, para la monitorización del usuario, no como medios o contextos de aprendizaje. (b) Se utilizan en la formación profesional o formación continua de profesionales (por ejemplo, la formación de profesorado). (c) Idiomas diferentes de inglés o español. (d) Trabajos que no incluyen edades de 6 a 13 años. (e) Estudios en los que los términos “wearable” hacen referencia a dispositivos hard. (f) Estudios del campo del Computer Science (CS) -HCI- que no se centra en “e-textiles” o “wearables”. (g) Estudios sobre <i>computer or maker education</i> que no se centran “e-textiles” o “wearables”.

Los documentos seleccionados en función de los criterios de elegibilidad pasaron a la segunda fase de cribado, en los que se eliminaron publicaciones en las que los e-textiles se emplean como tecnologías de comando y control (p.ej. relojes inteligentes, lectores cerebrales etc.), investigaciones centradas en el desarrollo profesional del profesorado y aquellas relacionadas con los e-textiles que no centran su foco en esta tecnología. Se excluyeron trabajos que no abordaban los e-textiles en el aprendizaje de estudiantes en el rango de edad establecido. En esta fase se excluyeron 453 documentos, arrojando 30 publicaciones que cumplen los criterios de inclusión/exclusión definidos previamente. A ellas se incorporan, como literatura gris, 5 artículos incluidos en un libro-compilación de los referentes del campo de los e-textiles (Buechley et al., 2013), lo que resultó en 35 trabajos seleccionados para realizar el análisis de contenido (Figura 1). Los artículos encontrados fueron revisados por dos investigadoras: la primera autora revisó todos los resultados, mientras que el resto de las autoras revisaron, de forma independiente, un tercio de los artículos cada una de ellas, poniendo en común, posteriormente, todas las valoraciones de cada miembro del equipo de investigación. En aquellos documentos que plantearon dudas entre las investigadoras, se repitió el proceso de análisis.

**Figura 1**

Diagrama de flujo PRISMA 2020 (Haddaway et al., 2022)



## Extracción de datos y análisis de contenido

Los documentos seleccionados se analizaron atendiendo a los tres ejes del estudio: la tecnología digital (los e-textiles como recurso), el enfoque metodológico y el contexto educativo, a través del método de análisis crítico de contenido (Newman y Gough, 2020). En un primer momento se realizó un análisis bibliométrico de la producción científica recogida en la RSL. Este análisis muestra la relación de autorías, la distribución geográfica, los años de producción y las características de la investigación en el campo de los e-textiles para el aprendizaje en educación primaria. En una segunda fase, las preguntas de investigación generaron una serie de categorías de análisis, incluyendo información sobre *hardware*, *software*, metodología, proyecto, contexto educativo y edades involucradas. Dos investigadoras, de manera

individual, codificaron manualmente todos los estudios atendiendo a las categorías de análisis. En caso de discrepancia entre las investigadoras, la codificación se resolvió mediante el doble análisis del resto de investigadoras.

## RESULTADOS

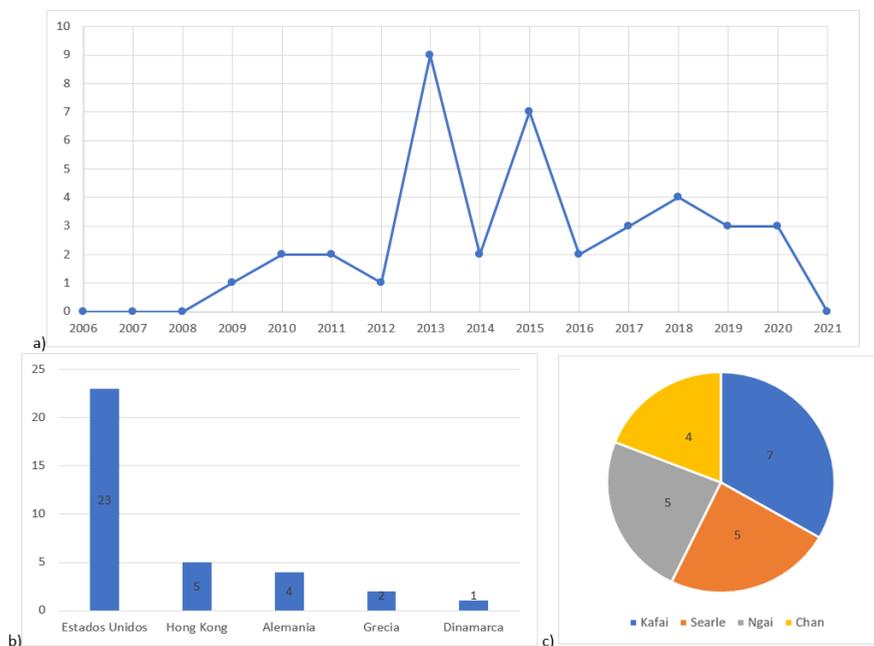
En esta sección se presentan, organizados en relación a las preguntas de investigación planteadas, los resultados obtenidos tras el análisis en profundidad de los 35 documentos incluidos en la RSL.

### Análisis bibliométrico

Las 35 producciones científicas que conforman la muestra de estudios de la revisión sistemática apuntan al año 2013 como momento de eclosión de la literatura sobre e-textiles en el ámbito educativo (Figura 2a). Encontramos un primer artículo en el año 2009, pero es a partir de 2013 cuando se evidencia una publicación anual con mayor regularidad sobre esta temática. Los datos revelan que Estados Unidos es el país con mayor producción (Figura 2b), siendo Kafai, Searle y Ngai las autoras con mayor producción (Figura 2c). En el cómputo total referido a la autoría dominan las mujeres (55,1%), teniendo firma femenina como primera autora 29 de los 35 trabajos, lo que evidencia que la temática es un área de crecimiento en donde los estudios están conformados por equipos liderados por mujeres.

**Figura 2**

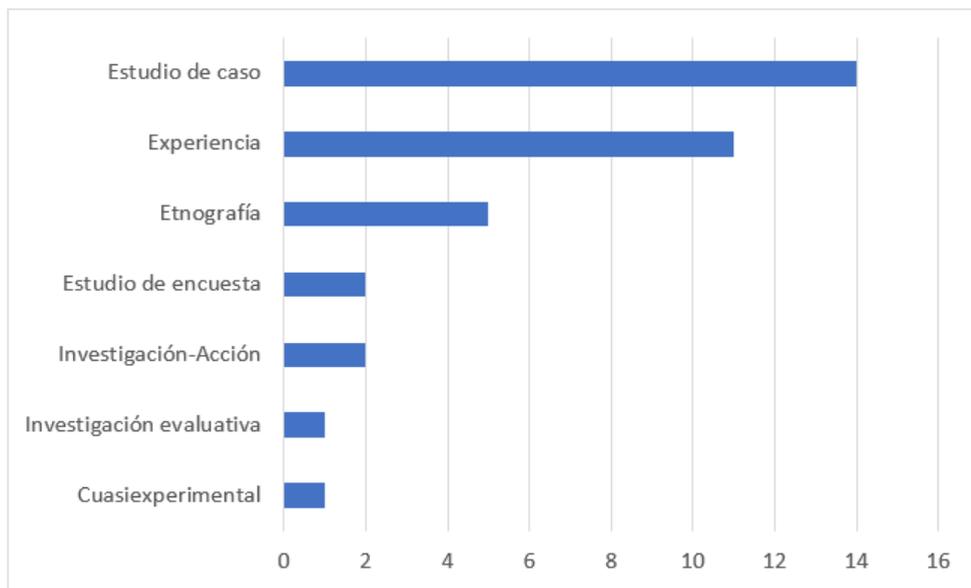
a) Años de publicación. b) Países de referencia de las propuestas educativas con e-textiles. c) Autoras más representativas



En lo que respecta al diseño metodológico, la investigación sobre e-textiles en educación se aborda principalmente a través de diseños cualitativos (61,8%), destacando el estudio de caso (Figura 3). Cabe señalar la alta producción de experiencias compartidas en congresos.

**Figura 3**

*Diseño metodológico de investigación de la producción sobre e-textiles para el aprendizaje*



Áreas STEAM y Tecnologías para trabajar con e-textiles en educación primaria

La RSL pone de manifiesto que el 75 % de los proyectos que se abordan en las publicaciones revisadas se crean con un kit de e-textiles utilizando una placa programable (Tabla 3). De ellos, el kit LilyPad es el preferido en las experiencias en este campo (77,8 %). Con base en el cruce de datos derivados de la metasíntesis, dicho kit se presenta como una alternativa a la enseñanza de la robótica educativa y rompe con los estereotipos de género o etnia en torno a las herramientas y el diseño de artefactos digitales (Jayathirtha y Kafai, 2020). Diferentes estudios analizados concluyen que ayuda a reducir la brecha de género (Buechley 2010; Buechley et al., 2013; Erete et al., 2016; Keshwani et al., 2016; Lau et al., 2009; Nugent et al., 2019; Rigden et al., 2019; Kafai et al., 2014; Searle y Kafai, 2015b; Weibert et al., 2014) y a disminuir la representación de minorías (Richard et al., 2018; Searle y Kafai, 2015a) en los ámbitos científico y tecnológico. Los estudios revelan que el trabajo con e-textiles en la etapa de educación primaria privilegia el lenguaje de programación por bloques, presente en dos tercios de las publicaciones revisadas; especialmente en los últimos niveles de educación primaria, involucrando, mayoritariamente, a alumnado de entre 11 y 13 años (Tabla 3). Este resultado coincide con la mayoría de

los estudios revisados en la metátesis (87 %) en los que se involucra a estudiantes de entre 11 y 18 años.

**Tabla 3**

*Relación de tecnología empleada, recursos electrónicos y franja de edad*

<b>Autores y año de Publicación</b>	<b>Placa</b>	<b>Software</b>	<b>Lenguaje</b>	<b>Materiales y componentes electrónicos</b>	<b>Edades</b>
Ananthanarayan y Boll (2020)	Calliope	calliope.cc	bloques	Actuadores y batería	8-9
Ball et al. (2017)	LilyPad	Arduino	bloques	Adhesivo de cobre, hilo conductor, batería, sensores y actuadores	11-18
Buechley (2010)	LilyPad	Arduino	bloques	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	11-18
Buechley (2013)	LilyPad	Arduino	bloques	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	10-19
Del Valle-Morales et al. (2020)	-	-	-	Tela e hilo conductor, plastilina conductora, batería, actuadores	10-13
Erete et al. (2016)	-	-	-	Prototipos en papel (diseño de circuitos)	11-13
Guler y Rule (2013)	-	-	-	Hilo conductor, actuadores, batería, textil termocrómico, cinta que brilla en la oscuridad	10-13
Kafai et al. (2011)	LilyPad	Arduino	bloques	Tela e hilo conductor, batería sensores y actuadores	12 y 14
Kafai et al. (2014)	LilyPad	Modkit	bloques	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	12-15
Kafai y Vasudevan (2015)	Makey Makey	Scratch	bloques	Tela conductora y pinzas cocodrilo	11-14
Keshwani et al. (2016)	LilyPad	Arduino	bloques	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	9-12
Koushik et al. (2017)	LilyPad	Arduino	código	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	11-13
Kuznetsov et al. (2011)	LilyPad	Arduino	código	Hilos conductores, batería, sensores y actuadores	10-12

Autores y año de Publicación	Placa	Software	Lenguaje	Materiales y componentes electrónicos	Edades
Lau et al. (2009)	LilyPad (Teaboard)	Bricklayer	bloques	Tela conductora, batería, sensores y actuadores	11-16
Lo et al. (2013)	-	i*Chameleon	bloques	Actuadores	10
Markvicka et al. (2018)	Arduino Leonardo	Arduino	código	Cinta y tela conductora	12-15
Merkouris et al. (2017)	LilyPad	Modkit	bloques	Hilo conductor, batería	11-12
Ngai et al. (2009a)	LilyPad (Teeboard)	Bricklayer	bloques	Tela conductora, batería, sensores y actuadores	10-16
Ngai, Chan, Leong et al. (2013)	Arduino (i*CATch)	i*CATch	bloques y código	Batería, sensores y actuadores	11-16
Ngai, Chan y Ng (2013)	Arduino (i*CATch)	i*CATch	bloques y código	Batería, sensores y actuadores	6-16
Norooz et al. (2015)	LilyPad (Body Vis)	-	-	Camiseta interactiva	4-11
Nugent et al. (2019)	LilyPad/LilyTiny	Arduino	código	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	9-12
Palaigeorgiou et al. (2019)	-	Arduino		El-wires	11-12
Pedersen et al. (2020)	CPX	Make Code	bloques	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	10-12
Peppler y Glosson (2013)	LilyPad	Arduino	código	Hilo conductor, batería y actuadores	7-12
Peppler y Danish (2013)	LilyPad (BeeSim)	-	-	Mascota interactiva	6-8
Richard et al. (2018)	LilyPad y Makey Makey	Modkit y Scratch	bloques	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	10-13
Rigden et al. (2019)	Flora	Arduino	código	Hilo, conductor, batería, sensores y actuadores	11-17
Rode et al. (2015)	LilyPad	Ardublock	bloques	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	8-10

Autores y año de Publicación	Placa	Software	Lenguaje	Materiales y componentes electrónicos	Edades
Searle y Kafai (2015a)	LilyPad	Arduino y Modkit	bloques y código	Hilo y tela conductores, batería, sensores y actuadores	12-14
Searle y Kafai (2015b)	LilyPad	Arduino y Modkit	bloques y código	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	12-14
Schelhowe et al. (2013)	LilyPad (Eduwear)	Amici	bloques	Hilo conductor, batería, sensores y actuadores	9-15
Trappe (2012)	Arduino	GUI-prototipo	bloques	Batería, actuadores y sensores	9-10
Vasudevan et al. (2015)	Makey Makey	Scratch	bloques	Tela conductora y pinzas cocodrilo	11-13
Weibert et al. (2014)	LilyPad	Arduino	bloques	Tela e hilo conductor, batería, actuadores y sensores	8-12

También se recogen varios estudios que abordan el potencial de otras plataformas, tanto comerciales como no comerciales, para la creación de e-textiles. Guler y Rule (2013), exploran el potencial del kit de Invent-abling que permiten construir circuitos analógicos con el fin de abordar la desigualdad de género en las herramientas de aprendizaje STEM. Ananthanarayan y Boll (2020) concluyen que el uso de Calliope posibilita la creación de situaciones de aprendizaje que permiten fomentar el proceso creativo a la vez que iniciarse en entornos de programación. Además, diferentes autores exploran el uso educativo de kits de estilo *plug-and-play* que no requieren de costura. Este tipo de kits están diseñados para la creación rápida de prototipos de e-textiles y favorecen el aprendizaje iterativo y exploratorio. Koushik et al. (2017) exploran el potencial educativo del kit Snappable Sensors que permite acercarse a la aritmética y al análisis de datos. Ngai et al. (2009a) diseñan el kit i\*CATch con el objetivo de que los estudiantes puedan explorar conceptos computacionales en menos tiempo y concluye que este kit se puede usar en una amplia gama de niveles académicos. Por su parte, Schelhowe et al. (2013) presentan el kit de construcción de e-textiles EduWear que demostró ser válido para que el alumnado adquiriera más confianza al tratar con la tecnología, pudiendo vincular sus propias creaciones y las tecnologías presentes en su entorno.

Se destaca, asimismo, el uso de kits que permiten incorporar materiales flexibles y conductores con el objetivo de diseñar videojuegos y mandos vestibles. Kafai y Vasudevan (2015) y Vasudevan et al. (2015) investigan el uso del kit Makey Makey concluyendo que ofrece nuevas oportunidades de aprendizaje sobre conceptos computacionales y desarrolla habilidades de creación y expresión personal. Markvicka et al. (2018) examinan un kit de bajo coste creado a partir de materiales

comerciales y concluyen que permite a los estudiantes iniciarse en el campo de los e-textiles, a la vez que ofrece la oportunidad de utilizar su creatividad artística dentro de un contexto técnico. En esta línea también destacamos las investigaciones de Lo et al. (2013) que analizan el uso del *software* educativo I\*Chameleon como interfaz multimodal para crear proyectos de e-textiles, especialmente interesante para el rango de edad contemplado en esta RSL. También se observa el uso de los e-textiles como una tecnología para crear nuevos recursos para el aprendizaje. Recursos educativos con los que el alumnado puede interactuar para favorecer la comprensión de conceptos complejos (Norooz et al., 2015; Pepler y Danish, 2013).

Para concluir este apartado, consideramos necesario dirigir la mirada a los retos del s. XXI que enlazan con los desafíos a los que se van a enfrentar los estudiantes en nuestro rango de edad. Los estudios analizados evidencian que el trabajo con e-textiles utilizando el lenguaje de programación por bloques, aplicando principios de ingeniería, circuitos o diseño, potencian la dimensión competencial del aprendizaje. Las áreas STEAM facilitan el compromiso entre situaciones de equidad, el aprovechamiento crítico y responsable de la cultura digital y la valoración de la diversidad cultural desde los procesos creativos inherentes en los e-textiles.

### *Enfoques metodológicos para integrar los e-textiles en educación primaria*

Los trabajos revisados evidencian tres enfoques con relación a la metodología educativa empleada en el proceso de enseñanza y aprendizaje con e-textiles (Tabla 4). Por un lado, las publicaciones con experiencias innovadoras que despierten los intereses del alumnado en materias científicas y tecnológicas o talleres centrados en seguir instrucciones o guías paso a paso propias del aprendizaje *Do it Yourself*, donde el resultado son proyectos iguales, o similares por estar customizados por los integrantes de dichas formaciones (44 %), que son la tendencia mayoritaria.

En algunos casos se favorece el uso de plantillas tipo ficha (Searle y Kafai, 2015a, 2015b) para motivar e iniciar al alumnado consiguiendo que este se interese por realizar proyectos personalmente relevantes. Por otro lado, encontramos propuestas que se abordan con metodologías activas (36 %). Finalmente, se muestran trabajos que se hallan en un punto intermedio del continuum, que apuntan que a través de la metodología mixta, en la que en una primera fase se propone una actividad con instrucciones paso a paso, prototipos, modelos, tutoriales y plantillas que guían el proceso, en algunos casos incluso se presentan módulos pre-fabricados (Ngai, et al., 2009a; Ngai, Chan, Leong et al., 2013; Ngai, Chan y Ng, 2013), para, posteriormente, en una segunda fase de la formación, ofrecer espacios para desarrollar la creación libre y personalización de artefactos.

**Tabla 4***Enfoques metodológicos de las propuestas con e-textiles*

<b>Metodología educativa</b>		<b>Publicaciones</b>
<b>Aprendizaje guiado</b>	Instrucciones. Ejercicios	Ball et al. (2017); Nugent et al. (2019); Richard et al. (2018); Rode et al. (2015); Weibert et al. (2014)
	Guía paso a paso	Del Valle-Morales et al. (2020); Erete et al. (2016); Markvicka et al. (2018); Pedersen et al. (2020); Peppler y Glosson (2013); Searle y Kafai (2015a); Searle y Kafai (2015b)
<b>Mixto</b>	Instrucciones y creación propia	Guler y Rule (2013); Kuznetsov et al. (2011); Lau et al. (2009); Ngai et al. (2009a); Ngai et al. (2009b); Ngai, Chan, Leong et al. (2013); Ngai, Chan y Ng (2013)
<b>Metodologías activas</b>	Aprendizaje Basado en el Diseño	Buechley et al. (2013); Buechley (2010); Schelhowe et al. (2013); Kafai et al. (2011); Kafai et al. (2014); Kafai y Vasudevann (2015); Vasudevan et al. (2015)
	Aprendizaje por descubrimiento	Ananthanarayan y Boll (2020); Lo et al. (2013); Trappe (2012)

Atendiendo a los artefactos construidos por el alumnado analizado desde el enfoque metodológico, observamos que desde las propuestas dirigidas la mayoría de las creaciones se centran en brazaletes luminosos (Ball et al., 2017; Del Valle-Morales et al., 2020; Erete et al., 2016; Nugent et al., 2019; Peppler y Glosson, 2013) y peluches interactivos (Kuznetsov et al., 2011; Pedersen et al., 2020; Rode et al., 2015; Weibert et al., 2014). Mientras que las propuestas que se basan en metodologías activas son más diversas, incluyendo, principalmente, mandos de videojuego textiles (Kafai y Vasudevan, 2015; Lo et al., 2013; Vasudevan et al., 2015) y múltiples diseños de vestibles con sensores, musicales y luminosas (Ananthanarayan y Boll, 2020; Buechley, 2013; Kafai et al., 2014; Schelhowe et al., 2013; Trappe, 2012).

### *Contexto educativo desde el que se aborda el aprendizaje de e-textiles en educación primaria*

Los resultados muestran una variedad de ecosistemas educativos (Tabla 5), siendo la educación no formal la más recurrente en las propuestas analizadas (71,4 %). Observamos una gran cantidad de estudios de educación no formal que, si bien son intencionados y planificados, se realizan fuera del ámbito de la escolaridad obligatoria, siendo las actividades extraescolares o clubs de computación (44 %) y los talleres (40 %), los contextos privilegiados para desarrollar espacios formativos, no formales, que aborden los e-textiles con estudiantes de 6 a 13 años.

Si analizamos los artículos seleccionados que se refieren al ámbito formal, existen diferentes perspectivas para su inclusión en la escuela. Desde quienes proponen adaptar los e-textiles a los estándares educativos americanos (Ball et al., 2017), ya que apoyan el aprendizaje significativo y facilitan la comprensión de conceptos complejos y abstractos de ciencias; a quienes apuestan por incluirlos en asignaturas optativas o asignaturas de historia y cultura, de manera transdisciplinar, para favorecer la inclusión y participación de minorías con menor interés en las ciencias de la computación. Este enfoque interdisciplinario ayuda a fomentar en el alumnado una visión más integral del mundo que los rodea. (Kafai et al., 2014; Nugent et al., 2019; Rigden et al., 2019; Searle y Kafai, 2015a, 2015b). En esta línea, Rigden et al. (2019) con el programa Femineer™ y Nugent et al. (2019) con el programa Nebraska WearTec proponen los e-textiles como recursos didácticos como alternativa o complemento a la robótica educativa para inspirar y empoderar al alumnado, y en particular a niñas y minorías, para que sigan una carrera STEM.

**Tabla 5**  
Contexto de aprendizaje de prácticas con e-textiles

Educación	Contexto	Investigación
No formal	Extraescolares/ Club de computación	Ananthanarayan y Boll (2020); Erete et al. (2016); Merkouris et al. (2017); Palaigeorgiou et al. (2019); Richard et al. (2018); Trappe (2012); Pedersen et al. (2020); Rode et al. (2015); Peppler y Glosson (2013); Weibert et al. (2014)
	Taller	Buechley (2010); Buechley (2013); Kafai et al. (2011); Kafai et al. (2014); Koushik et al. (2017); Kuznetsov et al. (2011); Markvicka et al. (2018); Ngai, Chan, Leong et al. (2013); Ngai, Chan y Ng (2013); No-rooz et al. (2015); Schelhowe et al. (2013)
	Museo/Galería arte	Guler y Rule (2013)
	Espacio maker Campamento de verano/ Curso	Del Valle-Morales et al. (2020) Lau et al. (2009); Ngai et al. (2009a)
Formal	Aula	Ball et al. (2017); Kafai y Vasudevan (2015); Peppler y Danish (2013); Rigden et al. (2019); Searle y Kafai (2015a); Searle y Kafai (2015b); Vasudevan et al. (2015)
Formal y No formal	Aula/Taller Aula /Extraescolar	Kafai et al. (2014) Nugent et al. (2019)

## DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Este documento aporta información específica sobre el trabajo desarrollado con estudiantes de 6 a 13 años que emplean los e-textiles como elemento de acción en actividades que buscan despertar diversos conocimientos, habilidades y destrezas STEAM. El estudio pone de manifiesto que las prácticas con e-textiles para educación primaria se han desarrollado con mayor incidencia en Estados Unidos (63,9 %), donde surge el movimiento *maker* y el concepto de la educación STEAM. Los resultados muestran que las prácticas con e-textiles se han integrado en el ámbito educativo, en contextos formales, pero particularmente en no formales, lo que como apuntan Halverson y Sheridan (2014) supone un gran potencial y abre nuevas oportunidades para la investigación educativa. Las publicaciones sobre el tema advierten de la consideración de alumnado diverso, especialmente en lo que respecta al género y etnia y se han incorporado alternativas accesibles, tanto en términos económicos, como éticos, privilegiando la tecnología de código abierto.

En respuesta a la primera pregunta de investigación que examina cuáles son las áreas STEAM que se trabajan a través de los e-textiles y con qué tecnologías, los resultados de la revisión evidencian que se han utilizado con eficacia en todas las áreas STEAM, ya que la creación de estos proyectos involucra las múltiples disciplinas de la informática, la ingeniería y las artes. En la mayoría de los estudios, el alumnado explora en estos tres dominios que se entrelazan: codificación, elaboración y circuitos, siendo esto, al igual que ocurre con la robótica educativa, beneficioso para el desarrollo del pensamiento computacional (Rich et al., 2022). En cualquier caso, los e-textiles presentan ejemplos particularmente convincentes de herramientas de aprendizaje transparentes y de alta calidad, ya que hacen que la tecnología sea visible para el alumnado (Kafai y Peppler, 2014). El análisis de las publicaciones seleccionadas determina que se trabajan todas las áreas STEAM, siendo el kit LilyPad el preferido en las experiencias en este campo (77,8 %). Al respecto añadir, que la importancia de este kit también se ha demostrado en el ámbito de las bellas artes, donde igualmente existen estudios prometedores que demuestran que es una herramienta que permite a los artistas y diseñadores explorar nuevas formas de expresión artística a través de esta fusión entre arte y tecnología (Peppler et al., 2013).

Con respecto a la segunda pregunta de investigación que analiza los enfoques metodológicos que se emplean para integrar los e-textiles en educación primaria, se concluye que predominan los estudios que emplean el aprendizaje guiado. El objetivo de los estudios analizados se centra, principalmente, en que el alumnado, a través de la instrucción y/o del descubrimiento, diseñe y construya un proyecto textil en el que incluye un circuito, que, en ocasiones, lo programe, y que este funcione. Recordamos que uno de los aspectos más desafiantes de la enseñanza de la computación es la interacción de la multiplicidad de elementos que conectan entre sí para hacer que un sistema funcione. Esto advierte de la necesidad de implementar el diseño de nuevas estrategias y potenciar la formación permanente del profesorado, tanto

a nivel pedagógico como tecnológico en su dimensión instrumental y metodológica, desde enfoques competenciales que permitan la integración de los e-textiles en las aulas de educación primaria a través del fomento de la participación del alumnado y el aprendizaje desde la práctica (Valente y Blikstein, 2019). Al respecto indicar, que la situación de aprendizaje predominante si bien se apuesta por el uso de guías, permite el uso de materiales y recursos inusuales y desconocidos como el hilo conductor de electricidad, favoreciendo el *tinkering* (Timotheou y Ioannou, 2019). Todo ello garantiza que la actividad innovadora se desarrolle en un ambiente motivador y lúdico en el que se fomenta la colaboración, el aprendizaje por ensayo-error, la creatividad o la expresión artística. En palabras de Resnick y Rosenbaum (2013), el sólo hecho de la transparencia que ofrecen los e-textiles y trabajar con este tipo de materiales permiten al alumnado “ver el proceso” y “ver el resultado” de su trabajo y tener “retroalimentación inmediata” de lo que están haciendo, lo que facilita el aprendizaje significativo.

En respuesta a la tercera pregunta de investigación que analiza en qué contextos se aborda el aprendizaje de e-textiles, los resultados muestran que predominan los entornos de aprendizaje no formales. Estos resultados se pueden justificar argumentando que el proceso de aprendizaje que se desarrolla al fabricar un e-textil, se centra en el proceso de creación, diseño y construcción de objetos físicos electrónicos o programables, y esto va más allá del proceso de aprendizaje que propone el modelo más extendido de enseñanza (Halverson y Sheridan, 2014). Ahora bien, los estudios que sí abordan el contexto formal muestran resultados alentadores para el uso de los e-textiles como recurso didáctico con el objetivo de favorecer la educación competencial integrada, el desarrollo de habilidades en áreas curriculares y el fomento de una educación inclusiva y equitativa en STEAM.

En definitiva, los resultados de la revisión sistemática muestran que el campo de los e-textiles, es un ámbito prometedor para la enseñanza integrada STEAM y ofrece nuevas direcciones en la enseñanza con la tecnología educativa desde un enfoque competencial e integrador. Frente a la necesidad de una formación científica a temprana edad, consideramos este dominio como una línea investigativa prometedora, pero encontramos limitaciones derivadas del escaso número de países que han desarrollado estas propuestas educativas e investigaciones. Otro aspecto para destacar es que si bien la tendencia en el ámbito de la investigación y experimentación con e-textiles refuerza el potencial de dichos recursos para trabajar el STEAM en el ámbito formal, hay una limitada literatura científica, a día de hoy, al respecto. Igualmente, podemos argumentar que la apertura del campo de los e-textiles a la educación es relativamente reciente. Por último, concluimos la investigación considerando que para la comunidad científica serían aportadores estudios en los que se evidenciaran temáticas vinculadas con la perspectiva de género y la equidad con los e-textiles en este rango de edad.

## NOTAS

1. Para recoger todas las investigaciones realizadas en el mundo anglosajón incorporamos alumnado de entre 6 y 13 años (Primary y Middle School).

## REFERENCIAS

- Aguilera, D. y Ortiz-Revilla, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: A systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), 331. <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Anathanarayan, S. y Boll, S. (2020). Physical computing for children: shifting the pendulum back to Papertian ideals. *Interactions*, 27(3), 40-45. <https://doi.org/10.1145/3386235>
- Anderson, C. (2012). *Makers: The new industrial revolution*. Random House.
- Ball, D., Tofel-Grehl, C. y Searle, K. A. (2017). Sustaining making in the era of accountability: Stem integration using e-textiles materials in a high school physics class. En *Proceedings of the 7th Annual Conference on Creativity and Fabrication in Education* (pp. 1-7). <https://doi.org/10.1145/3141798.3141801>
- Banzi, M. (2008). *Getting Started with Arduino*. O'Reilly Media, Inc.
- Berzowska, J. (2005). Electronic textiles: Wearable computers, reactive fashion, and soft computation. *Textile*, 3(1), 58-75. <https://doi.org/10.2752/147597505778052639>
- Buechley, L. (2006). A construction kit for electronic textiles. En *10th IEEE International Symposium on Wearable Computers* (pp. 83-90). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISWC.2006.286348>
- Buechley, L. (2010). LilyPad Arduino: rethinking the materials and cultures of educational technology. En *Proceedings of the 9th International Conference of the Learning Sciences-Volume 2* (pp. 127-128).
- Buechley, L. (2013). LilyPad Arduino: E-textiles for Everyone. En L. Buechley, K. Peppler, M. Eisenberg y K. Yasmin (Eds.), *Textile Messages: Dispatches From the World of E-Textiles and Education* (pp. 17-27). Peter Lang Publishing. <https://doi.org/10.3726/978-1-4539-0941-6>
- Buechley, L., Eisenberg, M., Catchen, J. y Crockett, A. (2008). The LilyPad Arduino: using computational textiles to investigate engagement, aesthetics, and diversity in computer science education. En *Proceedings of the twenty-sixth annual SIGCHI conference on Human factors in computing systems*, ACM, 423-432. <https://doi.org/10.1145/1357054.1357123>
- Buechley, L., Elumeze, N. y Eisenberg, M. (2006). Electronic/computational textiles and children's crafts. En *Proceedings of the 2006 Conference on Interaction Design and Children* (pp. 49-56). <https://doi.org/10.1145/1139073.1139091>
- Buechley, L., Elumeze, N., Dodson, C. y Eisenberg, M. (2005). Quilt snaps: A fabric based computational construction kit. En *IEEE International Workshop on Wireless and Mobile Technologies in Education (WMTE'05)* IEEE. <https://doi.org/10.1109/WMTE.2005.55>
- Buechley, L., Peppler, K., Eisenberg, M. y Yasmin, K. (2013). *Textile Messages: Dispatches from the World of E-Textiles and Education. New Literacies and Digital Epistemologies*, 62. Peter Lang Publishing. <https://doi.org/10.3726/978-1-4539-0941-6>
- Del Valle-Morales, A., Aponte-Lugo, A., Torres-Rodríguez, J. y Ortiz-Rivera, E. I. (2020). Use of Emerging

- Conductive Materials for K-12 STEAM Outreach Activities and the Impact on Community Education Resilience. En *2020 Resilience Week (RWS)* (pp. 140-146). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RWS50334.2020.9241277>
- Dougherty, D. (2013). The maker mindset. En M. Honey y D.E. Kanter (Eds.), *Design, make, play: Growing the next generation of STEM innovators* (pp. 7-11). Routledge.
- Erete, S., Pinkard, N., Martin, C. K. y Sandherr, J. (2016). Exploring the use of interactive narratives to engage inner-city girls in computational activities. En *2016 Research on Equity and Sustained Participation in Engineering, Computing, and Technology (RESPECT)* (pp. 1-4). IEEE. <https://doi.org/10.1109/RESPECT.2016.7836168>
- Fields, D. y Kafai, Y. (2023). Supporting and Sustaining Equitable STEAM Activities in High School Classrooms: Understanding Computer Science Teachers' Needs and Practices When Implementing an E-Textiles Curriculum to Forge Connections across Communities. *Sustainability*, 15(11), 8468. <https://doi.org/10.3390/su15118468>
- Fields, D. A., Lui, D. y Kafai, Y. B. (2019). Teaching computational thinking with electronic textiles: Modeling iterative practices and supporting personal projects in exploring computer science. *Computational Thinking Education*, 279-294. [https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7\\_16](https://doi.org/10.1007/978-981-13-6528-7_16)
- González-Pérez, L. I. y Ramírez-Montoya, M. S. (2022). Components of Education 4.0 in 21st century skills frameworks: systematic review. *Sustainability*, 14(3), 1493. <https://doi.org/10.3390/su14031493>
- Guler, S. D. y Rule, M. E. (2013). Invent-abling: enabling inventiveness through craft. En *Proceedings of the 12th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 368-371). <https://doi.org/10.1145/2485760.2485801>
- Haddaway, N. R., Page, M. J., Pritchard, C. C. y McGuinness, L. A. (2022). PRISMA2020: An R package and Shiny app for producing PRISMA 2020-compliant flow diagrams, with interactivity for optimised digital transparency and Open Synthesis. *Campbell Systematic Reviews*, 1-12. <https://doi.org/10.1002/cl2.1230>
- Halverson, E. y Sheridan, K. (2014). The Maker Movement in Education. *Harvard Education Review*, 84(4), 495-504. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>
- Hatch, M. (2014). *The maker movement manifesto. Rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkers*. McGraw-Hill Education.
- Hébert, C. y Jenson, J. (2020). Making in schools: Student learning through an e-textiles curriculum. *Discourse: Studies in the Cultural Politics of Education*, 41(5), 740-761. <https://doi.org/10.1080/01596306.2020.1769937>
- Hughes, J. y Morrison, L. (2018). The Use of E-Textiles in Ontario Education. *Canadian Journal of Education*, 41(1).
- Jayathirtha, G. y Kafai, Y. B. (2019). Electronic textiles in computer science education: a synthesis of efforts to broaden participation, increase interest, and deepen learning. En *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 713-719). <https://doi.org/10.1145/3287324.3287343>
- Jayathirtha, G. y Kafai, Y. B. (2020). Interactive Stitch Sampler: A Synthesis of a Decade of Research on Using Electronic Textiles to Answer the Who, Where, How, and What for K-12 Computer Science Education. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 20(4), 1-29. <https://doi.org/10.1145/3418299>
- Jia, Y., Zhou, B. y Zheng, X. (2021). A curriculum integrating STEAM and

- maker education promotes pupils' learning motivation, self-efficacy, and interdisciplinary knowledge acquisition. *Frontiers in Psychology*, 12, 725525. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2021.725525>
- Kafai, Y., Fields, D., Lui, D., Walker, J., Shaw, M., Jayathirtha, G. y Giang, M. (2019). Stitching the Loop with Electronic Textiles: Promoting Equity in High School Students' Competencies and Perceptions of Computer Science. En *Proceedings of the 50th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 1176-1182). <https://doi.org/10.1145/3287324.3287426>
- Kafai, Y., Fields, D. y Searle, K. (2011). Everyday creativity in novice e-textile designs. En *Proceedings of the 8th ACM Conference on Creativity and Cognition* (pp. 353-354). <https://doi.org/10.1145/2069618.2069692>
- Kafai, Y., Fields, D. y Searle, K. (2014). Electronic textiles as disruptive designs: Supporting and challenging maker activities in schools. *Harvard Educational Review*, 84(4), 532-556. <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.46m7372370214783>
- Kafai, Y. y Peppler, K., (2014). Transparency Reconsidered: Creative, Critical and Connected Making with E-textiles. En M. Ratto y M. Boler (Eds.), *DIY citizenship: Critical making and social media* (pp. 179- 188). MIT Press.
- Kafai, Y., Searle, K., Martinez, C. y Brayboy, B. (2014). Ethnocomputing with electronic textiles: Culturally responsive open design to broaden participation in computing in American Indian youth and communities. En *Proceedings of the 45th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 241-246). <https://doi.org/10.1145/2538862.2538903>
- Kafai, Y. y Vasudevan, V. (2015). Constructionist gaming beyond the screen: Middle school students' crafting and computing of touchpads, board games, and controllers. En *Proceedings of the Workshop in Primary and Secondary Computing Education* (pp.49-54). <https://doi.org/10.1145/2818314.2818334>
- Kara, E. y Cagiltay, K. (2023). Using E-textiles to Design and Develop Educational Games for Preschool-aged Children. *Educational Technology & Society*, 26(2), 19-35.
- Kazemitabaar, M., McPeak, J., Jiao, A., He, L., Outing, T. y Froehlich, J. E. (2017). MakerWear: A tangible approach to interactive wearable creation for children. En *Conference on Human Factors in Computing Systems. Proceedings* (Vol. 2017-May, pp. 133-145). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3025453.3025887>
- Keshwani, J., Barker, B., Nugent, G. y Grandgenett, N. (2016). WearTec: Empowering youth to create wearable technologies. En *2016 IEEE 16th International Conference on Advanced Learning Technologies (ICALT)* (pp. 498-500). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICALT.2016.143>
- Klimczak, S. y Solomon, C. (2022). TurtleStitching: At least twenty things to do with a computer and a computerized embroidery machine. *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 22(1). <https://citejournal.org/volume-22/issue-1-22/seminal-articles/turtlestitching-at-least-twenty-things-to-do-with-a-computer-and-a-computerized-embroidery-machine>
- Koushik, V., Gendreau, A., Ho, E., Wilson, S. y Volda, S. (2017). Snappable sensors: empowering future scientists. En *Proceedings of the 2017 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2017 ACM International Symposium on Wearable Computers* (pp. 117-120). <https://doi.org/10.1145/3123024.3123159>

- Kuznetsov, S., Trutoiu, L. C., Kute, C., Howley, I., Paulos, E. y Siewiorek, D. (2011). Breaking boundaries: strategies for mentoring through textile computing workshops. En *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 2957-2966). <https://doi.org/10.1145/1978942.1979380>
- Lau, W. W., Ngai, G., Chan, S. C. y Cheung, J. C. (2009). Learning programming through fashion and design: a pilot summer course in wearable computing for middle school students. En *Proceedings of the 40th ACM Technical Symposium on Computer Science Education* (pp. 504-508). <https://doi.org/10.1145/1539024.1509041>
- Lo, K. W., Tang, W. W., Ngai, G., Chan, A. T., Leong, H. V. y Chan, S. C. (2013). i\* Chameleon: a platform for developing multimodal application with comprehensive development cycle. En *Proceedings of the 28th Annual ACM Symposium on Applied Computing* (pp. 1103-1108). <https://doi.org/10.1145/2480362.2480570>
- Lovell, E., Buechley, L. y Davis, J. (2023). LilyTiny in the Wild: Studying the Adoption of a Low-Cost Sewable Microcontroller for Computing Education. En *Proceedings of the 2023 ACM Designing Interactive Systems Conference* (pp. 282-293). <https://doi.org/10.1145/3563657.3595994>
- Lui, D., Fields, D. y Kafai, Y. (2019). Student maker portfolios: Promoting computational communication and reflection in crafting e-textiles. En *Proceedings of FabLearn 2019* (pp. 10-17). <https://doi.org/10.1145/3311890.3311892>
- Maeda, J. (2013). Stem+ art= steam. *The STEAM Journal*, 1(1), 34. <https://doi.org/10.5642/steam.201301.34>
- Markvicka, E., Rich, S., Liao, J., Zaini, H. y Majidi, C. (2018). Low-cost wearable human-computer interface with conductive fabric for STEAM education. En *2018 IEEE Integrated STEM Education Conference (ISEC)* (pp. 161-166). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ISECon.2018.8340469>
- Martinez, S. y Stager G. (2013). *Invent to Learn: Making, Tinkering and Engineering in the Classroom*. Constructing Modern Knowledge.
- Merkouris, A., Chorianopoulos, K. y Kameas, A. (2017). Teaching programming in secondary education through embodied computing platforms: Robotics and wearables. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 17(2), 1-22. <https://doi.org/10.1145/3025013>
- Newman, M. y Gough, D. (2020). Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives and application. En O. Zawacki-Richter, M. Kerres, S. Bedenlier, M. Bond y K. Buntins (Eds.). *Systematic reviews in educational research: Methodology, perspectives and application* (pp.3-22). Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7\\_1](https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7_1)
- Ngai, G., Chan, S. C., Cheung, J. C. y Lau, W. W. (2009a). Deploying a wearable computing platform for computing education. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 3(1), 45-55. <https://doi.org/10.1109/TLT.2009.49>
- Ngai, G., Chan, S. C., Cheung, J. C. y Lau, W. W. (2009b). The teeboard: An education-friendly construction platform for e-textiles and wearable computing. En *Conference on Human Factors in Computing Systems- Proceedings* (pp. 249-258). ACM Press. <https://doi.org/10.1145/1518701.1518742>
- Ngai, G., Chan, S. C., Leong, H. V. y Ng, V. T. (2013). Designing i\* CATch: A multipurpose, education-friendly construction kit for physical and wearable computing. *ACM Transactions on Computing Education (TOCE)*, 13(2), 1-30. <https://doi.org/10.1145/2483710.2483712>

- Ngai, G., Chan, S. C. y Ng, V. T. (2013). i\*CATch: A Plug-n-Play Kit for Wearable Computing. En L. Buechley, K. Peppler, M. Eisenberg y K. Yasmin (Eds.), *Textile Messages: Dispatches from the World of E-Textiles and Education* (pp. 31-41). Peter Lang Publishing.
- Norooz, L., Mauriello, M. L., Jorgensen, A., McNally, B. y Froehlich, J. E. (2015). BodyVis: A new approach to body learning through wearable sensing and visualization. En *Proceedings of the 33rd Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 1025-1034). <https://doi.org/10.1145/2702123.2702299>
- Nugent, G., Barker, B., Lester, H., Grandgenett, N. y Valentine, D. (2019). Wearables textiles to support student STEM learning and attitudes. *Journal of Science Education and Technology*, 28, 470-479. <https://doi.org/10.1007/s10956-019-09779-7>
- Orth, M., Post, R. y Cooper, E. (1998). Fabric computing interfaces. En *CHI 98 Conference Summary on Human Factors in Computing Systems* (pp. 331-332). <https://doi.org/10.1145/286498.286800>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D. y Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española de Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Palaiogeorgiou, G., Vroikou, G., Nikoleta, C. y Bratitsis, T. (2019). Wearable E-Textile as a Narrative Mediator for Enhancing Empathy in Moral Development. En *Internet of Things, Infrastructures and Mobile Applications: Proceedings of the 13th IMCL Conference 13* (pp. 457-467). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-49932-7\\_44](https://doi.org/10.1007/978-3-030-49932-7_44)
- Papert, S. (1980). *Mindstorms: children, computers, and powerful ideas*. Basic Books.
- Papert, S. y Harel, I. (1991). Situating constructionism. *MIT MediaLab*, 36(2), 1-11.
- Pedersen, B. K. M. K., Marchetti, E., Valente, A. y Nielsen, J. (2020). Fabric robotics-lessons learned introducing soft robotics in a computational thinking course for children. En *Learning and Collaboration Technologies. Human and Technology Ecosystems: 7th International Conference, LCT 2020*, Held as Part of the 22nd HCI International Conference, HCII 2020, Copenhagen, Denmark, July 19–24, 2020, *Proceedings, Part II* (pp. 499-519). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-50506-6\\_34](https://doi.org/10.1007/978-3-030-50506-6_34)
- Peppler, K. (2013). STEAM-powered computing education: Using e-textiles to integrate the arts and STEM. *Computer*, 46(09), 38-43. <https://doi.org/10.1109/MC.2013.257>
- Peppler, K. y Bender, S. (2013). Maker movement spreads innovation one project at a time. *Phi Delta Kappan*, 95(3), 22-27. <https://doi.org/10.1177/003172171309500306>
- Peppler, K. y Danish, J. (2013). E-textiles for educators: Participatory simulations with e-puppetry. En L. Buechley, K. Peppler, M. Eisenberg y K. Yasmin (Eds.), *Textile Messages: Dispatches from the World of E-textiles and Education*, (pp. 133-141). Peter Lang Publishing.
- Peppler, K. y Glosso, D. (2013). Learning about Circuitry with E-Textiles in After-School Settings. En L. Buechley, K. Peppler, M. Eisenberg y K. Yasmin (Eds.), *Textile Messages: Dispatches From the World of E-Textiles and Education* (pp.71-83). Peter Lang Publishing.
- Peppler, K., Gresalfi, M., Salen Tekinbas, K. y Santo, R. (2014). *Soft circuits: Crafting e-fashion with DIY electronics*.

- MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/10220.001.0001>
- Peppler, K., Salen Tekinbas, K., Gresalfi, M. y Santo, R. (2014). *Short circuits: Crafting e-Puppets with DIY electronics*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/9696.001.0001>
- Peppler, K., Sharpe, L. y Glosson, D. (2013). E-textiles and the new fundamentals of fine arts. En L. Buechley, K. Peppler, M. Eisenberg y K. Yasmin (Eds.), *Textile Messages: Dispatches from the World of E-textiles and Education*, (pp. 107-117). Peter Lang Publishing.
- Peppler, K. y Wohlwend, K. (2018). Theorizing the nexus of STEAM practice. *Arts Education Policy Review*, 119 (2), 88-99. <https://doi.org/10.1080/10632913.2017.1316331>
- Peppler, K. (2022). Makerspaces: Supporting creativity and innovation by design. En J. A. Plucker (Ed.). *Creativity and Innovation* (pp. 265-274). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9781003233923-22>
- Perignat, E. y Katz-Buonincontro, J. (2019). STEAM in practice and research: An integrative literature review. *Thinking Skills and Creativity*, 31, 31-43. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2018.10.002>
- Perner-Wilson, H. y Buechley, L. (2013). Handcrafting textile sensors. En L. Buechley, K. Peppler, M. Eisenberg y K. Yasmin (Eds.), *Textile Messages: Dispatches from the World of E-textiles and Education* (pp. 133-141). Peter Lang Publishing.
- Posch, I. y Fitzpatrick, G. (2021). The matter of tools: designing, using and reflecting on new tools for emerging eTextile craft practices. *ACM Transactions on Computer-Human Interaction (TOCHI)*, 28(1), 1-38 <https://doi.org/10.1145/3426776>
- Resnick, M., Ocko, S. y Papert, S. (1988). LEGO, Logo, and design. *Children's Environments Quarterly*, 5(4), 14-18.
- Resnick, M. y Rosenbaum, E. (2013). Designing for tinkerability. En M. Honey (Ed.), *Design, make, play. Growing the Next Generation of STEM Innovators* (pp. 163-181). Routledge. <https://doi.org/10.4324/9780203108352-15>
- Rich, P. J., Bartholomew, S., Daniel, D., Dinsmoor, K., Nielsen, M., Reynolds, C., Swanson, M, Winward E. y Yauney, J. (2022). Trends in tools used to teach computational thinking through elementary coding. *Journal of Research on Technology Education*. <https://doi.org/10.1080/15391523.2022.2121345>
- Richard, G. T., Giri, S., McKinley, Z. y Ashley, R. W. (2018). Blended making: Multi-interface designs and E-crafting with elementary and middle school youth. En *Proceedings of the 17th ACM Conference on Interaction Design and Children* (pp. 675-680). <https://doi.org/10.1145/3202185.3210798>
- Rigden, K., Jawaharlal, M. y Gutzke, N. (2019). Femineer® Program: A Model for Engaging K-12 Girls in STEM. En *2019 ASEE Annual Conference & Exposition*
- Rode, J. A., Weibert, A., Marshall, A., Aal, K., VonRekowski, T., Elmimouni, H. y Booker, J. (2015). From computational thinking to computational making. En *Proceedings of the 2015 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing* (pp. 239-250). <https://doi.org/10.1145/2750858.2804261>
- Ryan, S. E. (2014). *Garments of paradise: wearable discourse in the digital age*. MIT Press. <https://doi.org/10.7551/mitpress/8873.001.0001>
- Sanders, M. (2009). STEAM, STEM Education, STEAMmania. *Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
- Schelhowe, H., Katterfeldt, E. S., Dittert, N. y Reichel, M. (2013). EduWear: e-textiles in youth sports and theatre. En L. Buechley, K. Peppler, M. Eisenberg y K. Yasmin (Eds.), *Textile Messages: Dispatches from*

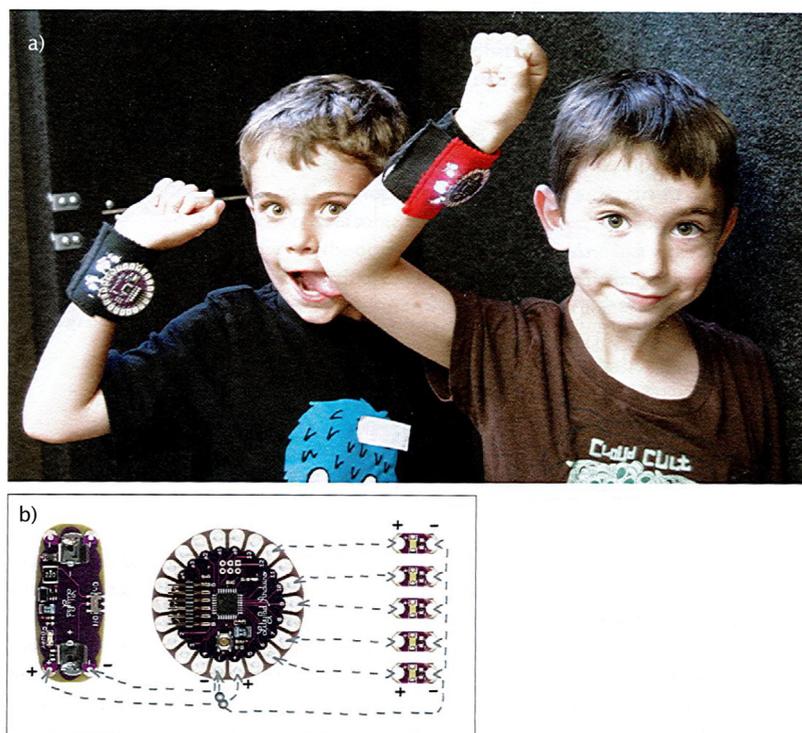
- the World of E-textiles and Education* (pp. 96-103). Peter Lang Publishing.
- Searle, K. A. y Kafai, Y. B. (2015a). Culturally responsive making with American Indian girls: Bridging the identity gap in crafting and computing with electronic textiles. *En Proceedings of the Third Conference on genderIT* (pp. 9-16). <https://doi.org/10.1145/2807565.2807707>
- Searle, K. A. y Kafai, Y. B. (2015b). Boys' Needlework: Understanding Gendered and Indigenous Perspectives on Computing and Crafting with Electronic Textiles. *En ICER* (pp. 31-39). <https://doi.org/10.1145/2787622.2787724>
- Spina, C. y Lane, H. (2020). *E-textiles in libraries: a practical guide for librarians* (Vol. 69). Rowman & Littlefield Publishers.
- Stern, B. y Cooper, T. (2015). *Getting started with Adafruit FLORA: making wearables with an Arduino compatible electronics platform*. Maker Media, Inc.
- Timotheou, S. y Ioannou, A. (2019). On making, tinkering, coding and play for learning: A review of current research. *En Human-Computer Interaction-INTERACT 2019: 17th IFIP TC 13 International Conference, Paphos, Cyprus, September 2-6, 2019, Proceedings, Part II 17* (pp. 217-232). Springer International Publishing. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-29384-0\\_14](https://doi.org/10.1007/978-3-030-29384-0_14)
- Tofel-Grehl, C., Fields, D., Searle, K., Maahs-Fladung, C., Feldon, D., Gu, G. y Sun, C. (2017). Electrifying engagement in middle school science class: Improving student interest through e-textiles. *Journal of Science Education and Technology*, 26, 406-417. <https://doi.org/10.1007/s10956-017-9688-y>
- Tofel-Grehl, C., Searle, K. A. y Ball, D. (2022). Thinking Thru Making: Mapping Computational Thinking Practices onto Scientific Reasoning. *Journal of Science Education and Technology*, 31, 730-746. <https://doi.org/10.1007/s10956-022-09989-6>
- Tofel-Grehl, C., Searle, K. A., Hawkman, A., MacDonald, B. L. y Suárez, M. I. (2021). Rural Teachers' Cultural and Epistemic Shifts in STEM Teaching and Learning. *Theory & Practice in Rural Education*, 11(2), 45-66. <https://doi.org/10.3776/tpre.2021.v11n2p45-66>
- Trappe, C. (2012). Creative access to technology: building sounding artifacts with children. *En Proceedings of the 11th International Conference on Interaction Design and Children* (pp.188-191). <https://doi.org/10.1145/2307096.2307122>
- Tytler, R. (2020). STEM education for the twenty-first century. *Integrated approaches to STEM education: An international perspective*, 21-43. [https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2\\_3](https://doi.org/10.1007/978-3-030-52229-2_3)
- Valente, J. A. y Blikstein, P. (2019). Maker education: Where is the knowledge construction? *Constructivist Foundations*, 14(3), 252-262. <https://constructivist.info/14/3/252>
- Vasudevan, V., Kafai, Y. y Yang, L. (2015). Make, wear, play: remix designs of wearable controllers for scratch games by middle school youth. *En Proceedings of the 14th International Conference on Interaction Design and Children* (pp. 339-342). <https://doi.org/10.1145/2771839.2771911>
- Weibert, A., Marshall, A., Aal, K., Schubert, K. y Rode, J. (2014). Sewing interest in E-textiles: analyzing making from a gendered perspective. *En Proceedings of the 2014 Conference on Designing Interactive Systems* (pp. 15-24). <https://doi.org/10.1145/2598510.2600886>
- White, D. y Delaney, S. (2021). Full STEAM Ahead, but Who Has the Map for Integration? - A PRISMA Systematic Review on the Incorporation of Interdisciplinary Learning into Schools. *LUMAT: International Journal on Math, Science and Technology Education*,

- 9(2), 9-32. <https://doi.org/10.31129/LUMAT.9.2.1387>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33-35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yakman, G. (2008). *STEAM education: An overview of creating a model of integrative education*. STEAM Educational Theory.

## ANEXO

### Figura 1

a) Brazaletes luminosos creados con el kit LilyPad. b) Diagrama de conexión que muestra los distintos componentes del circuito e indica cómo conectarlos con el hilo conductor.

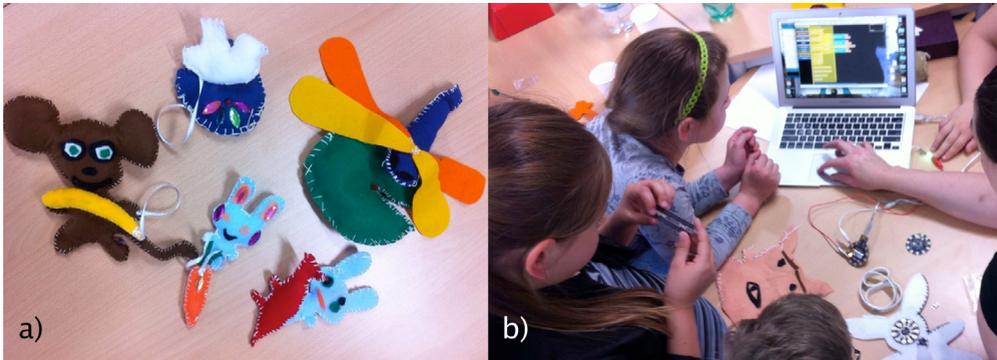


Esta imagen muestra a dos estudiantes enseñando su brazalete luminoso con el efecto Persistencia de Visión (POV) creado con el kit LilyPad. Realizando este proyecto aprendieron conceptos básicos de la teoría de circuitos como la polaridad, el voltaje o la diferencia entre conectar un circuito en paralelo o en serie.

*Nota:* Tomado del libro *Textile Messages: Dispatches From the World of E-Textiles and Education*. (p.77), por Buechley et al., 2013. Peter Lang Publishing.

## Figura 2

a) Ejemplos de proyectos de e-textiles b) Estudiantes colaborando y programando sus proyectos de e-textiles



En la imagen de la izquierda se muestran varios proyectos de e-textiles todos ellos creados con el kit Bright Bunny, y en la derecha a varios estudiantes colaborando y programando por bloques sus proyectos.

Nota: Tomado de *From computational thinking to computational making* (pp. 242 - 243), por Rode et al., 2015.

## Figura 3

Camiseta interactiva creada con el kit LilyPad



Esta imagen muestra una camiseta que ayuda al docente a que el estudiante visualice y comprenda datos corporales que le sirvan para acompañar el aprendizaje sobre el cuerpo humano.

Nota: Tomado de *BodyVis: A new approach to body learning through wearable sensing and visualization*. (p. 6), por Norooz et al., 2015.

#### Figura 4

Camiseta interactiva creada con el kit pre-fabricado de bajo coste i\*CATch

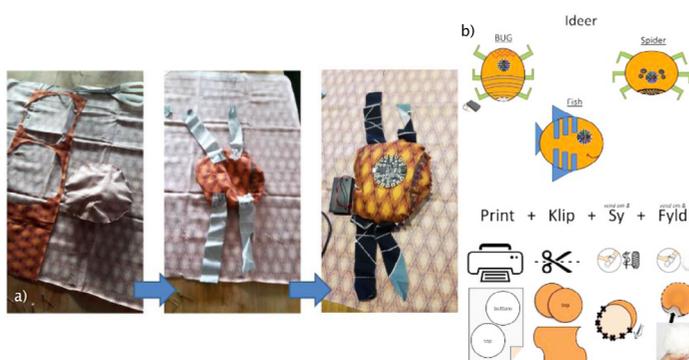


Esta imagen muestra un proyecto de e-textiles creado con un kit que ofrece un sistema de *plug-and-play* pensado para introducir al alumnado de forma amigable a conceptos computacionales.

Nota: Tomado de *Designing i\* CATch: A multipurpose, education-friendly construction kit for physical and wearable computing.* (p.10), Por Ngai et al., 2013.

#### Figura 5

a) Documentación paso a paso para la creación de una mascota textil interactiva.  
b) Tutorial DIY y ejemplos de customización del proyecto



Esta imagen muestra imágenes del paso a paso y la guía utilizada por los niños y niñas para aprender a construir y customizar su proyecto de e-textiles.

Nota: Tomado de *Fabric robotics-lessons learned introducing soft robotics in a computational thinking course for children.* (p.9), por Pedersen et al., 2020.

## Figura 6

*Peluche luminoso creado con el kit LilyPad*



Esta imagen muestra un peluche en el que el estudiante ha cosido un circuito con hilo conductor y programado varios LEDs con el objetivo de crear un proyecto personalmente significativo.

*Nota:* Tomado de *Breaking boundaries: strategies for mentoring through textile computing workshops*. (p. 2962), por Kuznetsov et al., 2011.

**Fecha de recepción del artículo:** 1 de junio de 2023

**Fecha de aceptación del artículo:** 31 de agosto de 2023

**Fecha de aprobación para maquetación:** 5 de octubre de 2023

**Fecha de publicación en OnlineFirst:** 18 de octubre de 2023

**Fecha de publicación:** 1 de enero de 2024

**La Política Editorial de la *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, se concreta en los siguientes criterios:**

- **De la AIESAD. La RIED.** *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia se configura como el instrumento de la Asociación Iberoamericana de Educación Superior a Distancia* (AIESAD) para la difusión de trabajos de carácter científico, experiencias, convocatorias e información bibliográfica, dentro del ámbito de la enseñanza/aprendizaje abierto y a distancia en sus diferentes formulaciones y presentaciones.
- **Arbitrada.** La RIED es una publicación arbitrada que utiliza el sistema de evaluación externa de revisión por pares (doble ciego), identificándose cada trabajo con un DOI (*Digital Object Identifier System*).
- **Periodicidad y formato.** La RIED. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, tiene una periodicidad semestral (un volumen anual con dos números). Se edita en doble versión: impresa (ISSN: 1138-2783) y electrónica (E-ISSN: 1390-33061).
- **Idioma de los trabajos.** Podrán presentarse trabajos en lengua española, portuguesa e inglesa.
- **Requisitos.** Toda propuesta de colaboración deberá reunir los siguientes requisitos:
  - hacer referencia al campo de especialización propio de la RIED;
  - estar científicamente fundada y gozar de unidad interna;
  - suponer una ayuda para la profundización en las diversas dimensiones y ámbitos de la educación abierta y a distancia y de las TIC aplicadas a la educación.
  - Se primarán los trabajos sujetos al modelo IMRyD (*Introducción, Metodología, Resultados y Discusión*) y que puedan tener incidencia en la educación superior.
- **Trabajo original.** Los trabajos enviados a la RIED para su publicación deberán constituir una colaboración original no publicada previamente en soporte alguno, ni encontrarse en proceso de publicación o valoración en cualquiera otra revista o proyecto editorial.
- **Normas de redacción y presentación.** Los trabajos deberán atenerse a las normas de redacción y presentación de carácter formal de la RIED. Las colaboraciones enviadas a la RIED que no se ajusten a ellas serán desestimadas.
- **Recepción de originales.** La Secretaría de la RIED acusará la recepción del manuscrito enviado por el autor/es. El Consejo de Redacción revisará el artículo enviado informando al autor/es, en caso necesario, si se adecua al campo temático de la revista y al cumplimiento de las normas y requisitos formales de redacción y presentación. En el caso de que todos los aspectos sean favorables, se procederá a la revisión por pares del artículo.
- **Revisión externa.** Antes de la publicación, los manuscritos enviados serán valorados de forma anónima por dos miembros del Comité Científico o Evaluadores Externos (revisión por pares), por el sistema de doble ciego que, en su caso, realizarán sugerencias para la revisión y mejora en vistas a la elaboración de una nueva versión. Para la publicación definitiva se requiere la valoración positiva de ambos revisores. En caso de controversia evidente por parte de éstos, se requerirá de una tercera valoración para su aceptación, modificación o rechazo definitivos de la publicación.
- **Criterios de Evaluación del Comité Científico y Evaluadores Externos.** Los criterios de valoración de cada artículo que justifican la decisión de aceptación/modificación/rechazo se basan en los siguientes ejes:
  - interés del campo de estudio al ámbito de los formatos educativos no presenciales, prioritariamente con posible incidencia en la educación superior.
  - relevancia, originalidad e información valiosa de las aportaciones,
  - aplicabilidad de los resultados para la resolución de problemas.
  - actualidad y novedad,
  - avance del conocimiento científico,
  - fiabilidad y validez científica: calidad metodológica contrastada,
  - correcta organización, redacción y estilo de la presentación del material.
- **Información.** La Secretaría de la RIED informará a los autores de la decisión de aceptación, modificación y rechazo de cada uno de los artículos. La corrección de pruebas de imprenta la hará la RIED cotejando con el original.
- **Política de privacidad:** Se mantendrá y preservará en todos los casos y circunstancias el anonimato de los autores y el contenido de los artículos desde la recepción del manuscrito hasta su publicación. La información obtenida en el proceso de revisión y evaluación tendrá carácter confidencial.
- **Fuentes.** Los autores citarán debidamente las fuentes de extracción de datos, figuras e información de manera explícita y tangible tanto en la bibliografía, como en las referencias. Si el incumplimiento se detectase durante el proceso de revisión o evaluación se desestimará automáticamente la publicación del artículo.
- **Responsabilidad.** RIED no se hará responsable de las ideas y opiniones expresadas en los trabajos publicados. La responsabilidad plena será de los autores de los mismos.
- **Licencia.** Los textos publicados en esta revista están sujetos a una Licencia Creative Commons Atribución 4.0 Internacional". Puede copiarlos, distribuirlos, comunicarlos públicamente, hacer obras derivadas y usos comerciales siempre que reconozca los créditos de las obras (autoría, nombre de la revista, institución editora) de la manera especificada por los autores o por la propia RIED.

#### **OTRAS INFORMACIONES DE INTERÉS**

- Procedimiento remisión de artículos: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/editorialPolicies#custom-1>
- Declaración ética sobre publicación y malas prácticas: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/editorialPolicies#custom-2>
- Directrices para autores. Normas para publicar en RIED: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/submissions#authorGuidelines>
- Lista de comprobación previa de los envíos: <http://revistas.uned.es/index.php/ried/about/submissions#privacyStatement>

# Revista Iberoamericana de Educación a Distancia

## Estudios e investigaciones

La nueva realidad de la educación ante los avances de la inteligencia artificial generativa

La educación en 2030. Prospectiva del futuro por profesorado en formación

Escape Rooms virtuales: una herramienta de gamificación para potenciar la motivación en la educación a distancia

Rueda de la Pedagogía para la Inteligencia Artificial: adaptación de la Rueda de Carrington

Explorando la singularidad en la educación superior: innovar para adaptarse a un futuro incierto

Valoración de tecnologías inmersivas y enfoque STEM en la formación inicial del profesorado

Desarrollo de apps de realidad virtual y aumentada para enseñanza de idiomas: un estudio de caso

Impacto de una formación intensiva en programación en el desarrollo del Pensamiento Computacional en futuros/as maestros/as

Técnicas y aplicaciones del Machine Learning e Inteligencia Artificial en educación: una revisión sistemática

Implementación y formación del profesorado de educación primaria en pensamiento computacional: una revisión sistemática

Desarrollando el marco DALI de alfabetización en datos para la ciudadanía

Conceptos claves para la calidad de la educación superior online

Una propuesta efectiva de aprendizaje basado en videos: solución para asignaturas universitarias complejas

Gamificación-educación: el poder del dato. El profesorado en las redes sociales

Didáctica y tecnología. Lecciones docentes desde la escuela remota de emergencia de larga duración

E-textiles para la educación STEAM en educación primaria: una revisión sistemática

Paola Guimeráns-Sánchez, Almudena Alonso-Ferreiro, María-Ainoa Zabalza-Cerdeiriña, Inés

