



InnoEducaTIC 2025

XII Jornadas Iberoamericanas de Innovación
Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC

Las Palmas de Gran Canaria, 19, 20 y 21 de noviembre de 2025

Editores:

Antonio G. Ravelo García

Pedro Manuel Hernández

Jesús B. Alonso Hernández

David de la Cruz Sánchez Rodríguez

José M. Canino Rodríguez

Carlos M. Travieso González

Libro de Actas de las XII Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC

Las Palmas de Gran Canaria, 19, 20 y 21 de noviembre de 2025

ISBN: 978-84-09-84-09-79613

Editores:

Antonio G. Ravelo García
Pedro Manuel Hernández
Jesús B. Alonso Hernández
David de la Cruz Sánchez Rodríguez
José M. Canino Rodríguez
Carlos M. Travieso González

Editores:

Antonio G. Ravelo García
Pedro Manuel Hernández
Jesús B. Alonso Hernández
David de la Cruz Sánchez Rodríguez
José M. Canino Rodríguez
Carlos M. Travieso González

© Todos los derechos sobre cada uno de los trabajos pertenecen a los autores.

ISBN: 978-84-09-84-09-79613

Grupo de Innovación Docente
Aplicaciones Tecnológicas para la Enseñanza de las TIC (ATETIC)

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Despacho 102, Pabellón B,
Edificios de Electrónica y Telecomunicación
Campus Universitario de Tafira
35017 – Las Palmas (España)

Impreso por ATETIC de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
Las Palmas de Gran Canaria
Primera Edición
Noviembre 2025

Prólogo

Las **XII Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en TIC y TAC**, es un evento que reúne a educadores comprometidos de diversos ámbitos geográficos, con el objetivo de impulsar la transformación y mejora de la enseñanza y el aprendizaje.

Es importante destacar que, si bien la tecnología desempeña un papel fundamental en la educación del siglo XXI, nuestro enfoque principal siempre será el aspecto pedagógico. La tecnología es una herramienta que nos permite ampliar nuestras posibilidades educativas, pero es la calidad de la enseñanza y el compromiso de los educadores lo que realmente marca la diferencia.

En esta edición, InnoEducativ 2025 ha puesto el foco entre otras actuaciones en las metodologías con vocación social, que impulsan la formación de estudiantes conscientes, comprometidos y preparados para contribuir de manera significativa a la transformación de su entorno. Por otro lado, el congreso busca contribuir con propuestas con inteligencia artificial, tanto como recurso para enriquecer las experiencias educativas, como objeto de análisis crítico en relación con sus implicaciones pedagógicas, éticas y cognitiva.

Los invitamos a compartir sus conocimientos, a aprender de colegas apasionados y a contribuir al avance de la innovación educativa en TIC y TAC. Aprovechemos este espacio propicio para establecer conexiones, a intercambiar ideas y generar colaboraciones que impulsen nuestra labor como educadores. Juntos, construiremos un futuro en el que la tecnología y la pedagogía se complementen de manera efectiva, brindando una educación de calidad y preparando a nuestros estudiantes para los desafíos del siglo XXI. Estamos seguros de que las **XII Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC** serán días llenos de inspiración, aprendizaje y colaboración.

Las diferentes áreas temáticas de InnoEducaTIC 2023 son las siguientes

1. Metodologías docentes
2. Materiales y recursos didácticos
3. Aprendizaje mediante herramientas TIC
4. Uso de Tecnologías para el Aprendizaje y Conocimiento
5. Adquisición de competencias
6. Técnicas y Herramientas para la Evaluación
7. Acción tutorial y mentoría
8. Integración y orientación del estudiante
9. Experiencias de coordinación y seguimiento
10. Competencias digitales
11. Aplicaciones de la Inteligencia Artificial (IA) en Educación
12. Otros aspectos de la Innovación Educativa

En Las Palmas de Gran Canaria a 19 de noviembre de 2025
Comité Organizador del InnoEducaTIC 2025

Comité Organizador

Presidente:

Antonio G. Ravelo García (ULPGC, España)

Vice-Presidente:

Pedro Manuel Hernández Castellano (ULPGC, España)

Secretario:

Jesús B. Alonso Hernández (ULPGC, España)

Vocales

David Sánchez Rodríguez (ULPGC, España)
José Miguel Canino Rodríguez (ULPGC, España)
Carlos M. Travieso-González (ULPGC, España)
Miriam Martín Paciente (ULPGC, España)
Eduardo Quevedo Gutierrez (ULPGC, España)
Soraya García Sánchez (ULPGC, España)
Eva María Llorca Afonso (ULPGC, España)
José Juan Castro Sánchez (ULPGC, España)
Miguel Ángel Quintana Suárez (ULPGC, España)
Carmen Isabel Luján García (ULPGC, España)
José Raduán Jáber Mohamad (ULPGC, España)
Francisco Santana Sarmiento (ULPGC, España)
Jenifer Vaswani Reboso (ULPGC, España)
Inés Angulo Suárez (ULPGC, España)
Annabella Narganes Pineda (ULPGC, España)
Paula González Suárez (ULPGC, España)
Francisco Carlos Felipe Rodríguez (ULPGC, España)

Comité Técnico-Científico de InnoEducaTIC 2025

Agustín Sánchez Medina	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Alberto Pedrouzo Ulloa	Universidad de Vigo (España)
Alejandro Suárez-Bonnet	The Royal Veterinary College (Reino Unido)
Annabella Narganes Pineda	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Ángel Mario García Pedrero	Universidad Politécnica de Madrid (España)
Antonio Fernández	Universidad de Vigo (España)
Aránzazu Berbey Álvarez	Universidad Tecnológica de Panamá (Panamá)
Ayose Lomba	Universidad del Atlántico Medio (España)
Carlos Díaz-Santamaría	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Carmen Luján García	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Celia Martín de León	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Desiderio Juan García-Almeida	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Dionisio Rodríguez-Esparragón	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Eduardo Quevedo Gutiérrez	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Félix Tobajas Guerrero	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Francisco J. Marcello Ruiz	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Francisco Santana-Sarmiento	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Ignacio Marín García	Escuela Superior Politécnica del Litoral (Ecuador)
Inés María Ángulo Suárez	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Jenifer Vaswani Reboso	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Jessica Pérez-Luzardo Díaz	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Jesús Balado Frías	Universidad de Vigo (España)
José Alberto Herrera Melián	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
José Alejandro González Medina	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
José Luis Ballesteros Rodríguez	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
José Luis Zamora Manzano	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
José Ramón Velázquez Monzón	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Joshua García-Montagut	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Lucía Díaz Vilariño	Universidad de Vigo (España)
Luis Gómez-Déniz	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Magnolia Conde-Felipe	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Manuel Medina Molina	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
María del Carmen Blanco Arana	Universidad de Málaga (España)
Maria del Cristo Adrián de Ganzo	Universidad de La Laguna (España)
Maria del Pilar González de la Rosa	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
María Magnolia Conde de Felipe	Universidad de Córdoba (España)
Nelson Monzón López	CMLA ENS Paris-Saclay (Francia)
Nora Barroso Moreno	Universidad del País Vasco (España)
Paula Gonzáles Suárez	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Pedro Luis Castro Alonso	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Petra de Saá Pérez	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)
Rafael Socas	Telefónica (España)
Sofía Martín González	Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)



ATETIC

vii

Programa Técnico

Inauguración

D. Luis Hernández Calvento

Vicerrector de Titulaciones, Calidad e Innovación Educativa de la ULPGC

D. Eduardo Gregorio Quevedo Gutiérrez

Director de Innovación y Promoción Docente de la ULPGC

D. Antonio G. Ravelo García

Presidente de las XII Jornadas InnoEducaTIC 2025

HERRAMIENTAS DOCENTES

Gordon Lutz, Kay-Ingo Ahlers, Tobias Peuschke-Bischof, Stefan
Kubica and Jakob Fuchs

Interactive University - A Synchronized Digital Twin Approach 1

María Esther Rodríguez Gil and Belén González Morales

**Microenseñanza inmersiva: una aproximación al potencial del vídeo 360º
para la reflexión crítica en la docencia universitaria..... 11**

José Alejandro González Medina, Paula González Suárez and Pedro Manuel
Hernández Castellano

**Laboratorios docentes remotos virtuales: una aplicación de las TIC en la
educación en ingeniería 23**

Jorge Valencia Santana, Juan Carlos Lozano Medina, Federico Antonio León
Zerpa, Luis Jesús Fernández Suárez, Yumara Beatriz Martín Cruz and Carlos
Alberto Mendieta Pino

**Resultados de aprendizaje de propuesta educativa basada en el uso del
software libre de simulación para la enseñanza de motores de combustión
interna alternativos en grados de ingeniería 33**

Angel García-Pedrero, Francisco Naveros Arrabal, Javier Faba García, Marco
Xavier Rivera Gonzalez and Laura Ortiz Martín

**Recursos audiovisuales para potenciar la comprensión práctica del
alumnado en laboratorios universitarios de electrónica 41**

IA EN EDUCACIÓN

Alexander Castilla Campey, Itziar Alonso-González and Miguel Ángel
Quintana Suárez

**Aplicación de Inteligencia Artificial Generativa en la Enseñanza de la
Programación Web 49**

Carlos Jesús Sánchez Morales, Mariana Hernández Pérez, Federico Antonio León Zerpa, Alejandro Ramos Martín, Vicente Henríquez Concepción and Miguel Francisco Ferrer Pareja

Del Aula al Ecosistema Digital: Aprendizaje colaborativo en ámbitos de laboratorio con IA y Gemelos Digitales 57

Esteban Pérez-García, Miguel Ángel Quintana-Suárez, Ana S. Ramírez, Magnolia M. Conde-Felipe, Conrado Carrascosa-Irurubieta, Esther Sanjuán-Velázquez and José Raduán Jaber

Inteligencia artificial multimodal: nuevas formas de aprender y enseñar veterinaria 69

Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites and José María Morales de Francisco

Educación 4.0 en Ciencia de los Materiales: Personalización del Aprendizaje mediante Inteligencia Artificial 77

Juan Francisco Álvarez Herrero

El aprendizaje con IA en educación primaria. Primeros pasos..... 85

Daniel Moreno, Julio Rufo, Carmen Lidia Aguiar-Castillo, Jose A. Rabadan, Victor Guerra, Rafael Perez-Jimenez, Beatriz Rodriguez-Mendoza, Silvestre Rodriguez-Perez and Fernando Rosa

Mejora de la motivación del alumnado a través del uso de Inteligencia Artificial Generativa..... 95

METODOLOGÍAS

Amanda Peña Navarro, Francisco Helenio Hoyos Medina and Lidia Paola Padilla Cruz

Metodología docente para la enseñanza del lenguaje marítimo estandarizado (SMCP) en la asignatura Inglés Normalizado OMI 105

Miguel Ferrer Pareja, Mariana Hernández Pérez, Fabián Déniz Quintana, Luis Casañas Salgado, Antonio Casañas González, Carlos Sánchez Morales and Alejandro Ramos Martín

Diseño de una práctica de laboratorio para la implementación de control térmico por histéresis mediante microcontroladores para celdas termoeléctricas 111

Antonio José Morales de la Nuez, Lorenzo Enrique Hernández Castellano, Marta González Cabrera, Ruben Sebastian Rosales Santana, Anastasio Argüello Henríquez and Noemi Castro Navarro

Evaluación de formatos de presentación: de la exposición académica al video divulgativo 123

Magnolia Conde-Felipe, Miguel Ángel Quintana, José Manuel Molina, Antonio Ruiz, Ana Sofía Ramírez, Esteban Pérez and José Raduán Jáber

Aportaciones de los estudiantes a la docencia impartida en diferentes sesiones prácticas del Grado en Veterinaria 131

Celeste Santaella García

De la tutoría académica al mentorazgo profesional: una propuesta para la integración del estudiante en la formación náutica universitaria.....	141

Jose Maria Morales De Francisco, Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites and Maria Luisa Calatayud Estrada

Dictado reflexivo como metodología activa para el aprendizaje competencial en Biología y Geología en la Educación Secundaria Obligatoria)	147

IA EN EDUCACIÓN

Alicia Bolívar-Cruz and Domingo Verano-Tacoronte

Inteligencia artificial y género: factores que impulsan o frenan el uso de ChatGPT en la universidad	157

Carlos Rodríguez Robaina, Deybbi Cuéllar Molina, Claudia Benítez Núñez, Daniel Dorta Afonso and Petra De Saá Pérez

¿Por qué los estudiantes recomiendan ChatGPT? Claves para entender su incorporación en la educación superior	169

Manuel J. Chica-González, África Marrero, Alba Martínez-López and Marcos Míguez-González

Laboratorio Remoto Diferido para la Enseñanza de Flotabilidad y Estabilidad en Ingeniería Naval: Experiencia en la ULPGC.	181

ESTRATEGIAS

Yumara Beatriz Martín Cruz, Luis Jesús Fernández Suárez, Juan José Santana Rodríguez, Ricardo Alexis Liria Romero, Carlos Alberto Mendieta Pino and Juan Carlos Lozano Medina

Aprendizaje Experiencial y Cooperativo de las Operaciones Básicas de Destilación y Absorción Mediante la Práctica con Torres Piloto	189

Francisco Helenio Hoyos Medina, Lidia Paola Padilla Cruz and Amanda Peña Navarro

Implementación de los Cursos Modelo de la OMI de GMDSS en la Asignatura de Sistema de Radiocomunicaciones del Grado en Náutica y Transporte Marítimo	201

Conrado Carrascosa Iruzubieta, Abel Verdú Santana, Pedro Saavedra Santana, Rafael Millán de Larriva, Natividad Ramírez Olivares, Joser Raduán Jaber, Esteban Pérez García and Esther Sanjuán Velázquez

Cambio de estrategia didáctica en las prácticas de aula sobre Seguridad Alimentaria: repercusión sobre los conocimientos del estudiantado	207

ESTRATEGIAS

Daniel Becerra Romero and Adexe Hernández Reyes

Corresponsales de guerra: Voces de la II Guerra Mundial. La integración de la Inteligencia Artificial en la enseñanza de la Historia y la Educación Patrimonial	217

Julio Perez Sanchez, Hector Ruben Diaz Ojeda, Patricia Jimeno Saez, Candida Garcia Gonzalez, Adrian Lopez Ballesteros and Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites

Aprendizaje basado en problemas y micro-learning en ingeniería: una propuesta para mejorar motivación y permanencia 229

Santiago Sánchez-Sosa, Ruben Lijo, Cristina Fernández and Eduardo Quevedo
Intervención para la integración del Pensamiento Computacional en la formación inicial docente en Didáctica de las Ciencias Experimentales para Educación Primaria 241

Gara Miranda Valladares, Rafael Herrero-Álvarez and Alicia Acosta Ramírez
Explorando la integración del Pensamiento Computacional en Matemáticas mediante una metodología basada en el Aprendizaje-Servicio 253

María del Mar Romero-Alemán, María del Pino Quintana Montesdeoca, Aida Elizabeth Córdoba Lanús, Nuria Esther Cabrera Benítez and Paula Tejera
Cuestionarios virtuales y en papel como estrategia TAC en el área de Biología Celular 265

Tibaire Labrador
Desafiando la evaluación: estrategias basadas en simulaciones virtuales e inteligencia artificial 277

METODOLOGÍAS

Ana S. Ramírez, José B. Poveda, José R. Jaber, Magnolia Conde-Felipe, Esteban Pérez-García, Miguel A. Quintana-Suárez and Ana Muniesa
El Valor Pedagógico de John Snow: Integración de Recursos Audiovisuales para la Enseñanza de la Epidemiología Moderna 289

Ruben Rosales Santana, José B. Poveda, Andrés Sánchez Henao, Daniel Padilla, Luis Bermejo, Anastasio Argüello, Noemí Castro, Marta González Cabrera, Antonio Morales de la Nuez and Lorenzo Hernández Castellano
Competencias comunicativas y aprendizaje clínico: explorando el potencial formativo del vídeo divulgativo en Veterinaria 297

Jose María Morales De Francisco, Maria Luisa Calatayud Estrada and Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites
Resignificar el aprendizaje en Biología y Geología mediante Cartografía Reflexiva: una propuesta metodológica en Educación Secundaria 307

Lucía Melián-Alzola, Margarita Esther Sánchez-Cuervo, Michaela Meschini, Edith Cognigni, Margarita Fernández-Monroy, Lucas Pérez Martín, Isabel Sonia Granado-Suárez, Margarita Mesa-Mendoza, Arminda García-Santana, Giuseppina Larocca and Laura Vagni
El aula invertida en la educación superior: evaluación desde la creación de valor 317

Lidia Paola Padilla Cruz, Amanda Peña Navarro and Francisco Helenio Hoyos Medina

Navegar en equidad: propuesta educativa para el liderazgo y la convivencia profesional en titulaciones marítimas	329

Carolina Gómez

El rol de la gamificación en el aprendizaje de la programación en estudiantes de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional	339

Aranzazu Barbey-Alvarez, Humberto Alvarez Alvarado and Fermin Ferriol-Sánchez

Guía pedagógica para la gestión competitiva de revistas de divulgación científica: un caso de estudio	351

EDUCACIÓN Y TRANSFORMACIÓN

Annabella Narganes-Pineda, Pedro M. Hernández-Catellano and Paula González-Suárez

TransformaDiseño, un Proyecto de Innovación Educativa Interuniversitario con compromiso social	363

Cristina Carranza Rodríguez, Cristina Ruano Rodríguez, Jose Santiago Sánchez Sosa, Antonio Cilleros Conde and Cristina Fernández Rodríguez

Innovación docente y cambio de percepciones del alumnado en la enseñanza de las ciencias: una experiencia pre-post en formación del profesorado	371

Alicia Martínez González, Alba Santamaría Herrera and Ana Isabel Obregón Cuesta

La tecnología en el aula viene para quedarse ¿sobra el profesorado?	379

Cristina Fernández-Rodríguez, Cristina Carranza Rodríguez, Cristina Ruano Rodríguez, José Santiago Sánchez-Sosa and Antonio Cilleros Conde

Aprendizaje-Servicio en la formación inicial de profesorado de Educación Primaria. Educación para la transformación ecosocial	387

Sara González

Aprendices a mentores: una experiencia innovadora de aprendizaje-servicio entre estudiantes de atletismo y futuros docentes	399

Jose María Morales De Francisco, Maria Luisa Calatayud Estrada and Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites

Las cartas como microestructuras de aprendizaje	411

EDUCACIÓN E INNOVACIÓN

Mónica Pellejero, Daniel L. Cerviño-Cortínez, Dounia Achiraqui and Agustín J. Sánchez-Medina

El vínculo entre la personalidad oscura y ciberacoso sexual como barrera a la innovación educativa	421

*José Agustín González Almeida, María Del Cristo Adrián De Ganzo and Javier
Almenar De Luz*

**Defender desde la mar: la experiencia en línea de los TFG de Náutica en la
Universidad de La Laguna 427**

*Pedro L. Castro, Ana Lancha, Paula Tejera, José Guillén, Silvia Muñoz-
Descalzo, Cristobal Krasucki, Manuel Maynar and Miguel Ángel Rodríguez-
Florida*

**HiFU Desarrollo de Proyecto de Histología Inmersiva en la Formación
Universitaria en Ciencias 437**

Charla Inaugura

IA en Educación: Tres escenarios clave para aplicar la IA en la práctica docente

D. Francisco José García Peñalvo
Catedrático en la Universidad de Salamanca

Presentación del Ponente

Francisco José García Peñalvo es Catedrático de Universidad del Departamento de Informática y Automática en la Universidad de Salamanca (USAL), con 4 sexenios de investigación, 1 sexenio de transferencia y 5 quinquenios docentes reconocidos. Recibió el premio Gloria Begué a la excelencia docente en 2019 y el premio María de Maeztu a la excelencia investigadora en 2023. Además, fue Profesor Distinguido de la Escuela de Humanidades y Educación del Tecnológico de Monterrey, México entre 2016 y 2018 y es Investigador de Impacto Internacional de la Universidad Nacional San Agustín, Arequipa, Perú y Profesor Visitante del Instituto Politécnico Nacional de México. Desde 2006 es el director del Grupo de Investigación Reconocido por la USAL GRIAL (GRupo de investigación en InterAcción y eLearning), grupo que es Unidad de Investigación Consolidada de la Junta de Castilla y León (UIC 81). Incluido en la World's Top 2% Scientists list by Stanford University (2019, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025) <https://d66z.short.gy/L9UBms>. Ha dirigido 33 tesis doctorales. Ha sido Vicedecano de Innovación y Nuevas Tecnologías de la Facultad de Ciencias de la USAL entre 2004 y 2007 y Vicerrector de Innovación Tecnológica de esta Universidad entre 2007 y 2009. Actualmente es el Subdirector del Instituto Universitario de Ciencias de la Educación (IUCE) y el Coordinador del Programa de Doctorado en Formación en la Sociedad del Conocimiento de la USAL. Es Editor Jefe de la revista Education in the Knowledge Society. Editor Asociado en Computers in Human Behavior, Computers in Human Behavior Reports, IEEE Access, entre otras, habiendo sido editor asociado de las revistas IEEE RITA e IEEE Transactions on Learning Technologies. Ha publicado más de 150 artículos en revistas indexadas en el JCR SCIE/SSCI/+2023 (73 Q1).

Ponencia Invitada

Neurodiversidad en la Academia: Mi Trayectoria

Dña. María Jesús Jerez

Senior Lecturer de la Universidad de Bedfordshire en el Reino Unido

Presentación de la Ponente

María Jesús Jerez obtuvo su doctorado en Administración de Empresas por la Universidad de Middlesex, Londres, Reino Unido. Posee una maestría en Gestión Hotelera y de Restaurantes Internacional por la Universidad Metropolitana de Londres, Reino Unido. Ha trabajado en el sector hotelero y turístico en diversas áreas funcionales y puestos directivos antes de dedicarse a la docencia. *Senior Lecturer* en *International Business* y *Program Manager* de los programas de MSc en *International Business*, en la *University of Bedfordshire Business School*, (Programas de Posgrado). En ella lidera la vinculación con empresas y la empleabilidad, creando iniciativas que preparan a los estudiantes para afrontar los retos del entorno laboral actual y fomentan un enfoque práctico en su formación. Además, ha organizado diversos seminarios y eventos con ponentes internacionales, reforzando una enseñanza conectada con la práctica y la innovación. Actualmente lidera la Asociación de Investigadores españoles en el Reino Unido en el área de Londres.

Un aspecto importante en su perfil es su neurodivergencia (dislexia y TDAH), que ha transformado en una fortaleza para liderar con empatía, creatividad y resiliencia. Esta experiencia le ha permitido abordar los retos desde una perspectiva inclusiva y única, promoviendo un entorno de apoyo y diversidad.

Es *Senior Fellow of the Higher Education Academy* (SFHEA), miembro de ICHRIE (International Council on Hotel, Restaurant, and Institutional Education) y CMBE (*Certificated Management and Business Educator Chartered Association of Business School*). Ha obtenido el *Qualified Teacher Learning and Skills* (QTLS).

Resumen de la Ponencia

Esta conferencia muestra que la neurodiversidad no es una barrera, sino una forma distinta, y profundamente valiosa de pensar. La ponente cuenta como desde pequeña disfrutaba comunicando, pero la lectura y la escritura no encajaban con su manera de aprender. A lo largo de su vida académica le dijeron que no llegaría a la universidad, que no tenía las competencias necesarias e incluso que no sería capaz de completar un doctorado. Sin embargo, cuando encontró modelos de evaluación más flexibles y enfoques capaces de reconocer sus fortalezas, pudo demostrar todo su potencial. Ver el conjunto, conectar ideas y encontrar soluciones innovadoras, habilidades muy habituales en personas disléxicas, le permitió completar su doctorado y avanzar en su carrera. Hoy, al compartir su experiencia, quiere subrayar que la inclusión no es un favor: es una oportunidad para que la universidad aproveche formas diversas de pensar que enriquecen la creatividad, la investigación y el progreso académico.

Interactive University - A Synchronized Digital Twin Approach

Gordon Lutz, Kay-Ingo Ahlers, Tobias Peuschke-Bischof, Stefan Kubica, Jakob Fuchs
Technical University of Applied Sciences Wildau, Hochschulring 1, 15745 Wildau, Germany

ABSTRACT

The digital transformation of higher education requires approaches that go beyond the provision of online services and e-learning tools. This paper introduces MetaCampus, a concept of an interactive university that functions as a synchronized digital twin of the entire campus. By combining physical infrastructures with immersive, data-driven virtual environments, MetaCampus provides a hybrid socio-technical system for teaching, research, and administration. We present the architectural foundations, modular design, and interdisciplinary orientation of this approach, with a particular focus on the integration of extended reality (XR) technologies and WebXR for scalability and accessibility. Application examples, such as the digital traffic light system and the Digital Driving Twin, illustrate the didactic and research potential of coupling real-world laboratories with virtual simulations. Furthermore, we discuss simulation-based scenario generation for autonomous driving as an educational pipeline that links digital twin concepts with international standards. The results highlight MetaCampus as a forward-looking instrument for digital university development, fostering innovation, collaboration, and digitally enhanced learning environments.

Keywords: Digital Twin, Teaching Methodologies, Digital Skills, AI Applications, Digital Driving Twin, Indoor-Localization

1. INTRODUCTION

Digitalization is one of the central strategic challenges facing universities worldwide. Initial advances, such as online learning platforms and digital examination systems, have primarily supported existing structures but have not yet transformed the core identity of higher education. At the same time, the campus remains a defining element of university culture, raising the question of how physical and digital spaces can be meaningfully connected. Against this backdrop, the MetaCampus approach introduces a new paradigm: an interactive university that operates as a synchronized digital twin of the physical campus. This hybrid system links real infrastructures, laboratories, and sensor data with immersive virtual environments, creating a living laboratory for innovation. Unlike traditional e-learning, MetaCampus integrates real-time data, simulations, and interactive elements into teaching and research, enabling students to actively engage with digital systems, conduct hybrid experiments, and develop future-oriented skills. Augmented and virtual reality technologies expand these possibilities further. Augmented reality overlays provide navigation, safety training, and contextual information in physical spaces, while virtual reality environments offer immersive scenarios for collaboration and experimentation. By embedding these capabilities within an interdisciplinary digital twin, MetaCampus can open up interaction between technical, economic, social and environmental perspectives if the approach is rolled out across all degree programmes at the university.

This article outlines the conceptual and technical foundations of MetaCampus at the university, examines initial case studies such as the digital traffic light system and digital driving twin activities, and highlights the current status of the planned integration of AI-controlled simulation pipelines for autonomous driving in this context. Together, these elements show how universities can evolve into interactive, hybrid environments that embed digital transformation as a central field of innovation rather than a supplementary service.

2. THE METACAMPUS APPROACH: FOUNDATIONS AND PERSPECTIVE

Digital transformation is currently one of the key challenges and strategic development axes in higher education. While initial steps have been taken, particularly in the form of digital services, e-learning offerings and online examination formats, there is a growing need to establish digital innovations not only as supporting services, but as an independent field of content and methodology. Against this backdrop, MetaCampus addresses the ambivalence between the physical campus as a place that shapes the identity of university culture and its digital extension as a virtual field of innovation [1]. [2] describes how hybrid learning spaces between physical and virtual campuses are being renegotiated, thereby shaping the

institutional identity of universities.[3] also emphasises that the design of hybrid university environments strengthens both social cohesion on campus and innovative digital spaces for learning. Finally, the study by [4] shows how the digital mirroring of physical university spaces through virtual twins opens up new fields of innovation and expands the concept of the campus. The approach of an interactive university like it is described in this article goes much further and is conceptually designed as a digital twin of the entire university campus, integrating physical and virtual instances in an immersive, interactive 3D environment. The coupling of real systems, sensor data and infrastructures with digital simulations and models creates a hybrid socio-technical system. This not only allows existing structures to be mapped, but also expands them with new levels of interactivity, collaboration and knowledge generation. The MetaCampus thus functions as a real-world laboratory for digital university development, in which physical and digital worlds open up new methodological potential through mutual interconnection.

The central objective of the approach is the transformation of teaching, research and administration into hybrid modes of working and learning. Courses are embedded in an expanded didactic framework through the integration of real-time data, simulations and interactive elements. Students can not only passively receive content, but also actively interact with data and systems, participate in hybrid experiments regardless of location and thus develop skills in digitally enhanced learning environments. Researchers benefit from the ability to model complex scenarios using digital twins, utilise interdisciplinary data rooms and test innovative collaboration formats. Administrative processes can also be transferred to the virtual environment and made more efficient and transparent through technological innovations such as blockchain-based document management.

Augmented and virtual reality (AR/VR) technologies play a special role in this context. While augmented reality enriches the physical campus environment with additional digital information, adaptive navigation systems, or interactive safety training, virtual reality opens up immersive spaces for collaborative interaction, experimental scenarios, and hybrid events. Linking these technologies with real-time data sources creates highly dynamic environments that support learning and research processes in new ways.

In addition, the MetaCampus pursues an explicitly interdisciplinary orientation. The digital platform offers a shared space for action and data in which different disciplines can interact and work on application-oriented research questions. By linking technical, economic, social and ecological perspectives, MetaCampus becomes an epistemic space that promotes the mutual interpenetration of disciplines and catalyses innovation across disciplinary boundaries. To realise this approach, a modular development and implementation process is being pursued that takes both technical and organisational dimensions into account. In addition to modelling the physical infrastructure in 3D and connecting real-time data sources, data protection, IT security and the establishment of role and rights systems are designed as central framework conditions. The architecture of the MetaCampus is designed for scalability, enabling successive expansions with additional functionalities, laboratories, simulations and community features. Sustainability is ensured through continuous system monitoring, regular updates and the integration of new technologies.

The MetaCampus can thus be understood as a forward-looking instrument for digital university development. It contributes to establishing digitalisation not only as a technological infrastructure, but also as an integral part of the institutional profile and strategic university development. In its intertwining of physical and virtual elements, it embodies a new paradigm of university organisation that goes beyond the mere provision of digital services and anchors digital transformation as a field of innovation in terms of content.

2.1 Digital Twins in the Higher Education Landscape

In the context of the digital transformation of universities, the conception and implementation of a digital twin of the campus is being pursued. A digital twin is understood as a cyber-physical replica that represents both the physical infrastructure and operational processes within a virtual environment. This model integrates Building Information Modeling (BIM), IoT sensor data, and simulation functionalities to realistically depict the interaction of building infrastructure, laboratory environments, and research equipment.

The objective of establishing the digital campus twin is to provide a scalable platform for research-oriented data analyses, process simulations, and a teaching environment suited for integration. The digital twin thus functions not only as a visual replica but also as an experimental and analytical environment for interdisciplinary research questions in the fields of smart campuses, energy efficiency, and digital education.

The modeling is based on existing as-built data and metadata, such as architectural plans, historical floor layouts, and technical building documentation. In addition, infrastructural subsystems (e.g., cable routing, energy distribution,

switchgear, water supply, and wastewater management) are incorporated into the digital representation to create a holistic model of the campus.

2.2 Modularity and System Architecture

The overall system is conceptualized as a modular digital twin, whose architecture follows a component-based and network-oriented system model. This design paradigm facilitates the independent simulation and analysis of individual subsystems, thereby ensuring both scalability and reusability within diverse application domains.

A partial digital twin is defined by the integration of four core elements:

- Sensor technology: Data acquisition via Internet of Things (IoT) devices and cyber-physical systems.
- Actuator technology: Control-relevant interventions within technical systems.
- Functional logic: Model-based representations of system states and dynamic processes.
- Visual representation: Three-dimensional modeling and immersive human-machine interfaces based on extended reality (XR) and virtual reality (VR) technologies.

The architecture is explicitly aligned with the principle of interoperability, enabling seamless data exchange across heterogeneous system components. This is achieved by employing standardized communication protocols such as OPC UA, MQTT, and ROS. Furthermore, the architecture is designed with a future-oriented integration perspective, supporting potential extensions into cross-campus infrastructures and smart city concepts.

2.3 Application of WebXR Technologies in the Meta-Campus

The planned Meta-Campus is conceptualized as a scalable, web-based system designed to ensure flexible and sustainable applicability in various academic contexts. A key aspect of the design process is the early identification and mitigation of potential challenges regarding system performance and flexibility, as these factors are essential for long-term usability across diverse disciplines and application scenarios [5].

For implementation, the use of web technologies is envisioned, providing access through a browser-based frontend. In particular, WebXR technology offers a suitable foundation, as it is platform-independent and enables both the distribution of immersive 3D scenes and interaction with them. WebXR allows users to access content across a broad spectrum of devices, including traditional web browsers, VR headsets, and AR-capable mobile systems that augment the real world with additional digital information [6].

A central development goal is to achieve scalable user support. While initially designed for ten concurrent users, the system capacity is intended to expand during the project to support up to 1000 simultaneous participants. To ensure the representation of complex and highly detailed scenarios, a streaming solution will be integrated alongside local rendering. This approach enables high-quality visualization even on devices with limited computational resources [7]. In combination with interactive rendering techniques, the system aims to deliver both high fidelity and high interactivity.

Overall, the Meta-Campus opens new opportunities for the pedagogical integration of immersive technologies in higher education. The combination of scalability, accessibility, and interactivity establishes the foundation for a sustainable, web-based learning ecosystem [8].

2.4 Case Study: Virtual Traffic Light System

To validate the proposed approach, a traffic light system located on campus was exemplarily integrated as a subsystem into the digital twin. The implementation involved establishing a bidirectional coupling between the physical installation and its virtual representation via a dedicated communication interface, ensuring the synchronization of both states (e.g., signal phases) and functional processes [9].

Communication between the individual components is realized bidirectionally using the MQTT and ROS protocols, which enable reliable message exchange and modular system integration. Within this framework, both physical and virtual sensors and functional components can be selectively activated or deactivated. For instance, the pedestrian sensor of the real installation can be substituted by a virtual sensor embedded in the digital twin. In the virtual environment, sensor positioning can be extended beyond the physical constraints, thereby providing an increased range of motion and interaction.

A major advantage of this configuration lies in the simulation of system functionality, as a wide variety of scenarios can be executed and tested within the digital twin. This includes experiments that would be difficult, costly, or disruptive to conduct in real-world conditions [10].

The presented case study demonstrates that the coupling of real components with simulated models enables the establishment of a hybrid testing environment. Such an environment supports both controlled simulations and practice-oriented experiments, which can be applied to the optimization of traffic flows, energy consumption, and maintenance strategies [11].



Figure 1. Research traffic light system on the TH Wildau campus – real versus virtual

3. DIGITAL DRIVING TWIN AS A METACAMPUS APPLICATION EXAMPLE

The integration of digital twin technologies into the MetaCampus framework is exemplified by the Digital Driving Twin, which connects real-world test environments with their virtual counterparts. Within the Future Mobility Center (FMC), this approach provides a research-oriented yet didactic application, enabling both the validation of autonomous driving functions and the creation of immersive learning scenarios. By coupling a physical model test track with a high-fidelity simulation environment, the Digital Driving Twin demonstrates how hybrid infrastructures can serve as experimental platforms for teaching, research, and interdisciplinary collaboration.

3.1 Motivation and Objectives

Building on the concept of the MetaCampus as a hybrid socio-technical space, the Digital Driving Twin serves as a concrete example of how physical testbeds and simulation environments can be coupled in real time. The primary objective is to establish a bidirectional link between a physical 1:14 model test track – realized as a 5×5 m LED floor at the Future Mobility Center – and the simulation environment based on Unreal Engine with the AirSim plugin. This connection enables synchronized experimentation, where actions and sensor data from the real world are mirrored in the simulation and vice versa. In doing so, the Digital Driving Twin provides a safe, reproducible, and flexible test environment for developing and validating driver assistance systems, while also serving as a didactic tool for students.

3.2 Vehicle Platform and Modular Testbed

To realize this approach, a dedicated 1:14 scale model vehicle was designed and manufactured in-house using CAD, 3D printing, and laser cutting. The modular design allows both researchers and students to adapt the platform flexibly, for instance by testing different marker configurations for localization. This approach does not only support reproducible research but also fosters student involvement, as they can directly modify hardware and experiment with localization or control strategies.

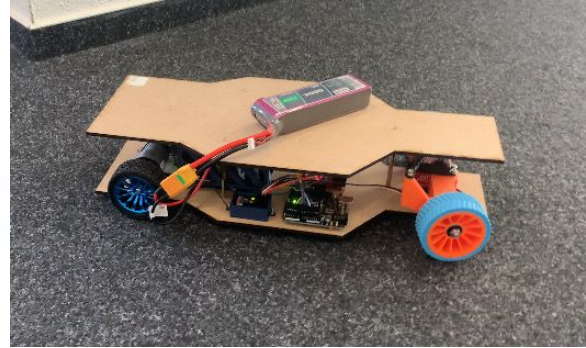
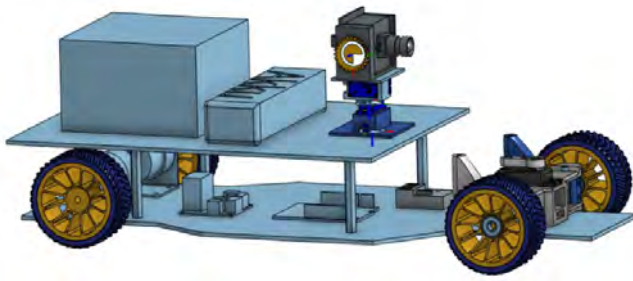


Figure 2. CAD model (left) and realized prototype (right) of the 1:14 scale modular vehicle developed for Digital Driving Twin experiments.

3.3 Localization Approaches

A critical element of the Digital Driving Twin is precise real-time localization. At the current stage, the system employs AprilTag2 markers tracked via a ceiling-mounted streaming camera, providing continuous position updates of the vehicle within the 5×5 m LED floor testbed. While functional, this approach will be systematically compared against alternative localization technologies – infrared markers, ultra-wideband (UWB), and GPS – in terms of stability, complexity, latency, cost, and accuracy.

Recent comparative studies of indoor localization technologies for mobile robots highlight that each approach involves characteristic trade-offs. Vision-based methods such as AprilTags provide high accuracy but are sensitive to environmental conditions and require significant computational resources. Infrared systems are simple and cost-effective but have limited range and line-of-sight constraints. UWB offers centimeter-level precision and robustness against multipath effects, but at the cost of higher hardware expenses. GPS, in contrast, is practically unusable indoors due to severe signal degradation. These findings emphasize that no single method optimally fulfills all requirements, making systematic evaluation essential for our setup [12].

3.4 Real-Time Synchronization with Simulation

The position data generated by the localization system are forwarded via ROS2 to the simulation environment. To minimize latency, the vehicle's physical dynamics in AirSim are bypassed, and the digital vehicle is spawned at the received coordinates, with interpolation ensuring smooth motion. This method allows real and virtual vehicles to be aligned with minimal delay, enabling true bidirectional interaction. For example, an obstacle introduced in the virtual scenario can immediately trigger a reaction of the physical vehicle, once the fused sensor space detects the hazard.

3.5 Virtual Representation of a Vehicle

The vehicle is modeled as a digital twin and represented within a virtual environment. In contrast to the previously described traffic light system, no physical coupling with a real instance takes place. Instead, the digital model primarily serves as an informational and data-driven resource, simulating the vehicle's states, operating parameters, and functional characteristics. The model also enables the provision of extended contextual information, which can be superimposed on the physical object in the form of augmented reality overlays. This creates an enhanced situational awareness that exceeds the limitations of direct physical observation. This example highlights the potential of the digital twin for purely virtual simulation scenarios as well as for advanced visualization and interaction methods in research and teaching.

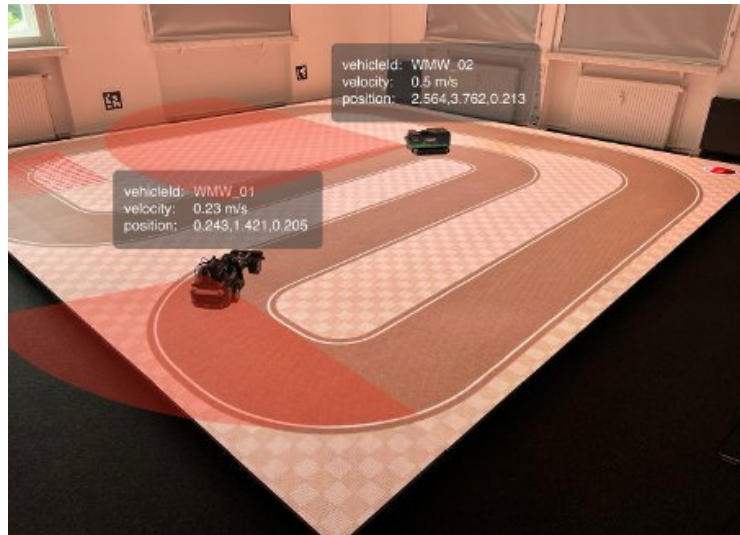


Figure 3. Apple Vision Pro Overlay of the real Testbed (LED-Floor) with model vehicle

3.6 Research and Didactic Potential

The integration of physical and simulated systems offers multiple benefits:

- Validation of driver assistance systems: Functions such as emergency braking can be tested safely in virtual scenarios while eliciting real reactions from the physical vehicle.
- Sensor fusion experiments: Virtual sensors can be flexibly attached in the simulation, allowing comparative studies without physical modifications.
- Didactic integration: Students can directly engage with the system, adapt the modular vehicle, and design their own experiments, thereby learning both engineering methods and research-oriented evaluation skills.
- MetaCampus perspective: The setup exemplifies how real laboratories can be seamlessly embedded into an interactive university framework, enabling remote participation, reproducible hybrid experiments, and interdisciplinary collaboration.

3.7 Outlook

Future work will focus on extending the comparison of localization methods, further reducing synchronization latency, and implementing more complex bidirectional scenarios where sensor data and control inputs are fully shared across physical and virtual domains. This will not only strengthen the research contribution in the field of digital twins for autonomous driving but also enhance the didactic potential of the MetaCampus, where students and researchers alike can co-create immersive, hybrid learning environments.

4. SIMULATION-BASED SCENARIO GENERATION FOR AUTONOMOUS DRIVING: AN EDUCATIONAL AND RESEARCH PERSPECTIVE

Simulation has become an indispensable component in the development, testing, and validation of autonomous driving functions. Real-world test drives are not only costly and time-consuming but also pose significant safety risks and allow only limited reproducibility of complex traffic situations. Virtual test environments address these challenges by providing controlled, repeatable, and scalable conditions for testing. Particularly in higher education simulation-based approaches enable students to engage directly with current technologies and methodologies in the field of autonomous mobility. Furthermore, these simulation environments can be linked to digital twins, thereby establishing a strong connection between virtual modeling and real-world data from experiments and testbeds [13].

In order to implement such an environment in Unreal Engine 5 (UE5), where users may define scenarios via an input interface (e.g., specifying the number of roads, lanes, traffic lights, signs, or different types of traffic participants), a

combination of artificial intelligence (AI) methods and standardized description formats is required. A first component concerns the translation of user inputs into machine-readable scenarios. Here, Natural Language Processing (NLP) and Large Language Models (LLMs) play a crucial role. LLMs, which are trained on vast amounts of text data, are capable of interpreting natural-language inputs such as “a two-lane road with a traffic light and ten vehicles” and converting them into structured scenario descriptions [14]. This allows scenarios to be expressed in established standards such as ASAM OpenSCENARIO 2.0 or in research-oriented tools such as Scenic. OpenSCENARIO is an industry standard for describing dynamic traffic scenarios in a formalized manner, enabling reproducibility and interoperability across simulation platforms [15]. Scenic, in turn, supports probabilistic scenario specification and has found widespread application in academic research, particularly in conjunction with simulators like CARLA [16].

Once generated, scenarios must be transferred into geometrically accurate environments. This is where ASAM OpenDRIVE becomes relevant, as it formally describes road infrastructure, including lanes, intersections, curves, and slopes [17]. Using tools such as RoadRunner or the procedural content generation (PCG) framework in UE5, these descriptions can be transformed into detailed virtual environments. UE5’s PCG framework supports rule-based, scalable environment generation, while the Mass Framework and StateTree systems ensure the efficient simulation of large numbers of agents, including vehicles and pedestrians [18].

The behavior of traffic participants is a central aspect of any traffic simulation. Established microscopic models provide a robust foundation. The Intelligent Driver Model (IDM) [19] describes longitudinal vehicle dynamics in terms of acceleration, taking into account current speed, headway to the leading vehicle, and relative velocity. IDM ensures realistic car-following behavior in free flow as well as congested traffic conditions [20]. To model lane-changing, IDM is often combined with the MOBIL model [21], which evaluates the benefits and safety implications of lane changes. For pedestrians, the Social-Force Model [22] is widely adopted; it represents pedestrian motion as the result of attractive and repulsive forces, allowing realistic modeling of crowd dynamics, collision avoidance, and group interactions. Beyond these rule-based approaches, Reinforcement Learning (RL) can be applied to simulate adaptive and learning-based behavior, for example in dynamic traffic light control or decision-making in mixed traffic scenarios [23].

Equally important are physical realism and sensor simulation. UE5 provides the Chaos Vehicles System, which implements vehicle dynamics such as suspension, tire friction, acceleration, and braking in a physically consistent manner [24]. On top of this, virtual sensors—including cameras, LiDAR, and radar—can be integrated to provide realistic perception data. In this context, the CARLA simulator is particularly noteworthy, as it is built on Unreal Engine and offers a comprehensive set of features including physical vehicle models, virtual sensors, and support for standards like OpenDRIVE and OpenSCENARIO [25].

To extend scalability, traffic flow simulation can be integrated via co-simulation with SUMO (Simulation of Urban MObility). SUMO efficiently models large-scale traffic networks and macroscopic flows, while UE5 or CARLA provide high-fidelity rendering and physics for local interactions. Such co-simulation ensures that both large-scale flow dynamics and fine-grained agent behaviors are accurately represented [26]. Furthermore, coupling simulation environments with ROS 2 through middleware solutions such as rclUE enables direct integration of real-world perception and planning algorithms into the virtual environment, allowing hardware-in-the-loop and software-in-the-loop experiments in teaching and research [27].

Finally, sustainable integration into educational and research infrastructures requires adherence to data and interface standards. The Open Simulation Interface (OSI) defines unified communication channels between simulators and driver assistance systems [28]. The ASAM OpenLABEL standard provides a framework for the consistent annotation of scenarios and multi-sensor datasets, facilitating evaluation and algorithm validation [29]. Additionally, the ISO standard 23247 offers a reference architecture for implementing digital twins in manufacturing and mobility domains, thereby enabling simulation results to be systematically coupled with real-world processes and data sources [27].

The combination of these elements forms a coherent simulation pipeline. User inputs are translated into standardized scenario descriptions by NLP and LLM methods, road networks and infrastructure are generated via OpenDRIVE and PCG, traffic participants are controlled by established behavioral models or adaptive RL policies, vehicles and sensors are simulated with physical realism, and interfaces such as OSI and ROS 2 allow integration with digital twins and autonomous driving stacks. This pipeline provides students with hands-on experience in the end-to-end process of scenario-based testing and autonomous vehicle development. At the same time, the use of international standards ensures industrial relevance and facilitates transfer to applied research collaborations.

5. CONCLUSION AND OUTLOOK

The MetaCampus initiative demonstrates how digital twin technologies can fundamentally reshape higher education by merging physical infrastructures with immersive digital environments. Through the creation of hybrid socio-technical spaces, universities can establish environments that support teaching, research, and administration in new ways. Case studies such as the virtual traffic light system and the Digital Driving Twin illustrate that synchronized real and virtual components enable safe experimentation, reproducibility, and interdisciplinary collaboration. Moreover, the integration of simulation-based scenario generation and adherence to international standards (e.g., OpenSCENARIO, OpenDRIVE, OSI) ensure that MetaCampus contributes simultaneously to academic education and applied research. This positions MetaCampus not merely as a technological innovation but as a strategic instrument for institutional development, embedding digitalization as a cultural and methodological cornerstone of university life.

Looking ahead, further developments will focus on expanding localization methods, optimizing real-time synchronization, and integrating advanced AI-driven simulation environments. Particular emphasis will be placed on reinforcement learning for adaptive traffic management, scalability to support large numbers of simultaneous users, and interoperability with cross-campus infrastructures and smart city ecosystems. In parallel, inclusivity and sustainability will become guiding principles, with efforts directed toward accessible interfaces for diverse user groups and energy-efficient digital infrastructures. By evolving along these dimensions, MetaCampus will not only enhance the educational and research potential of digital twins but also establish itself as a sustainable, scalable, and future-oriented ecosystem. In doing so, it provides a blueprint for hybrid innovation in higher education and contributes to the broader digital transformation of universities.

REFERENCES

1. Malave S., Takmare S., Sarfare A., Patil V., Sawant S., Patil P.: MetaCampus: Advancing Online Education with Virtual Classroom, 3rd International Conference for Innovation in Technology (INOCON), Bangalore, India, 1-7 (2024).
2. De Caro-Barek V., Stöckert R.: Road works ahead: the journey of an innovative cross-campus hybrid learning space navigating higher education institutions' organizational setbacks, *Frontiers in Education*, 9:1330804 (2024).
3. Wheele T. et al.: Curating Hybrid-Style University Experiences: Framework Development for Student Social Connectedness Using Interaction Design and Placemaking, *Education Sciences*, 14(9):1004 (2024).
4. García-Aranda C., Martínez-Cuevas S., Torres Y., Pedrote Sanz M.: A Digital Twin of a University Campus from an Urban Sustainability Approach: Case Study in Madrid (Spain), *Urban Science*, 8(4):167 (2024).
5. Speicher, M., Rosenberg, C., & Krüger, A. (2019). Exploring WebXR: The future of the immersive web. *Proceedings of the 21st International Conference on Human-Computer Interaction with Mobile Devices and Services*, 1–11.
6. Cortés Rodríguez, F., Dal Peraro, M., & Abriata, L. A. (2021). Democratizing interactive, immersive experiences for science education with WebXR. *Nature Computational Science*, 1(5), 305–309. <https://doi.org/10.1038/s43588-021-00142-8>
7. NYU Tandon School of Engineering. (2025, April 1). 3D streaming gets leaner by seeing only what matters. *ACM Multimedia Systems Conference*. <https://engineering.nyu.edu/news/3d-streaming-gets-leaner-seeing-only-what-matters>
8. Barrón-Estrada, M. L., Zatarain-Cabada, R., Sotelo-Rivas, M. A., Ibáñez, M. B., & Bátiz-Beltrán, V. M. (2025). BabloXR: An authoring tool for developing WebXR educational applications. *Multimodal Technologies and Interaction*, 9(6), 52. <https://doi.org/10.3390/mti9060052>
9. Boschert, S., & Rosen, R. (2016). Digital Twin—The simulation aspect. In *Mechatronic Futures* (pp. 59–74). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-32156-1_5
10. Grieves, M., & Vickers, J. (2017). Digital Twin: Mitigating unpredictable, undesirable emergent behavior in complex systems. In F.-J. Kahlen, S. Flumerfelt, & A. Alves (Eds.), *Transdisciplinary Perspectives on Complex Systems* (pp. 85–113). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-319-38756-7_4
11. Uhlemann, T. H. J., Lehmann, C., & Steinhilper, R. (2017). The digital twin: Realizing the cyber-physical production system for Industry 4.0. *Procedia CIRP*, 61, 335–340. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2016.11.152>
12. Xu, B., Li, Y., Liu, J., Zhang, H., Wang, C., Han, J.: Indoor Localization Technologies for Mobile Robots: A Comprehensive Review and Comparison. *Robotics and Autonomous Systems* 174, 104517 (2025).
13. International Organization for Standardization (ISO). (2021). ISO 23247: Digital Twin framework for manufacturing. Geneva: ISO. Retrieved from <https://www.iso.org/standard/75066.html>
14. OpenAI. (2023). Research overview. Retrieved from <https://openai.com/research/overview>
15. ASAM. (2023a). ASAM OpenSCENARIO 2.0.0 – Welcome. Retrieved from <https://www.asam.net/standards/detail/openscenario>
16. Fremont, D. J., Dreossi, T., Ghosh, S., Yue, X., Sangiovanni-Vincentelli, A., & Seshia, S. A. (2020). Scenic: A language for scenario specification and scene generation. *ACM SIGPLAN Notices*, 55(1), 63–78. Retrieved from <https://scenic-lang.org>

17. ASAM. (2023b). ASAM OpenDRIVE. Retrieved from <https://www.asam.net/standards/detail/opendrive>
18. Epic Games. (2023a). Unreal Engine 5 Documentation. Retrieved from <https://dev.epicgames.com/documentation/en-us/unreal-engine>
19. Treiber, M., Hennecke, A., & Helbing, D. (2000). Congested traffic states in empirical observations and microscopic simulations. *Physical Review E*, 62(2), 1805–1824. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.62.1805>
20. Treiber, M. (2023). The Intelligent Driver Model and its variants. *Traffic Simulation*. Retrieved from https://traffic-simulation.de/info/info_IDM.html
21. Kesting, A., Treiber, M., & Helbing, D. (2007). General lane-changing model MOBIL for car-following models. *Transportation Research Record*, 1999(1), 86–94. <https://doi.org/10.3141/1999-10>
22. Helbing, D., & Molnár, P. (1995). Social force model for pedestrian dynamics. *Physical Review E*, 51(5), 4282–4286. <https://doi.org/10.1103/PhysRevE.51.4282>
23. Wu, C., Kreidieh, A., Parvate, K., Kheterpal, N., & Bayen, A. (2017). Flow: Architecture and benchmarking for reinforcement learning in traffic control. *arXiv preprint arXiv:1710.05465*. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/1710.05465>
24. Epic Games. (2023b). Chaos Vehicles Overview. Retrieved from <https://dev.epicgames.com/community/learning/courses/9Y/unreal-engine-chaos-vehicles-overview>
25. Dosovitskiy, A., Ros, G., Codevilla, F., López, A., & Koltun, V. (2017). CARLA: An open urban driving simulator. In *Proceedings of the 1st Annual Conference on Robot Learning* (pp. 1–16). Retrieved from <https://carla.org>
26. Aumüller, S., Behrisch, M., Bieker-Walz, L., Erdmann, J., & Wagner, P. (2022). Co-simulation of SUMO and CARLA for traffic scenarios. German Aerospace Center (DLR). Retrieved from <https://elib.dlr.de/147297>
27. Krüger, T., Wiemann, T., & Hertzberg, J. (2022). rclUE: A ROS 2 bridge for Unreal Engine. Retrieved from <https://github.com/rapyuta-robotics/rclUE>
28. ASAM. (2023c). ASAM OSI (Open Simulation Interface). Retrieved from <https://www.asam.net/standards/detail/osi>
29. ASAM. (2023d). ASAM OpenLABEL. Retrieved from <https://www.asam.net/standards/detail/openlabel>

Microenseñanza inmersiva: una aproximación al potencial del vídeo 360° para la reflexión crítica en la docencia universitaria

María Esther Rodríguez Gil ^[0000-0002-1421-4662] y Belén González Morales ^[0000-0002-7859-4537]
Pérez del Toro, n°1, 35003 Las Palmas de Gran Canaria, Islas Canarias - España

RESUMEN

Este trabajo presenta los resultados preliminares de un estudio sobre innovación en la formación docente universitaria, centrado en la integración de la microenseñanza con la realidad inmersiva como recurso de reflexión crítica. La experiencia se llevó a cabo en un curso de formación de profesorado universitario en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, con 11 participantes procedentes de diversas áreas de conocimiento. Cada participante diseñó e impartió una breve práctica de microenseñanza de aproximadamente 15 minutos, grabada con cámaras de 360°. Tras el visionado, se aplicó un cuestionario con preguntas abiertas a todos los participantes y se realizaron entrevistas semiestructuradas a un subgrupo de 5 docentes. El análisis temático de los datos reveló que la microenseñanza se percibe como un espacio seguro y formativo para ensayar la práctica docente y recibir retroalimentación entre pares, mientras que el vídeo 360° aporta una mirada más completa y detallada de la dinámica del aula y permite detectar gestos, hábitos y reacciones del alumnado que no suelen advertirse en la interacción directa. Si bien surgieron tensiones relacionadas con la incomodidad de verse grabado, la aceptación por parte del alumnado, la privacidad y las limitaciones de recursos y tiempo, esta experiencia revela el potencial del binomio microenseñanza–realidad inmersiva como motor de innovación pedagógica para promover la reflexión crítica y el desarrollo profesional docente en la universidad.

Keywords: realidad inmersiva, microenseñanza, desarrollo profesional docente, educación superior, reflexión crítica

1. INTRODUCCIÓN

La innovación educativa en la universidad no solo se mide por la incorporación de nuevas tecnologías aplicadas al aula, sino, también, por la forma en que estas favorecen la capacidad del profesorado para observar, cuestionar y transformar su práctica. La reflexión, entendida como un proceso sistemático de análisis crítico, se ha reconocido desde Dewey [1] y Schön [2] como un componente esencial del desarrollo profesional. Sin embargo, en los entornos universitarios esta reflexión suele apoyarse en la memoria o en el feedback de terceros, modalidades que presentan limitaciones evidentes: la memoria es selectiva [3] y el juicio externo puede no captar ciertos matices de la dinámica del aula [4].

En este contexto, la microenseñanza se ha consolidado como una metodología valiosa, al ofrecer un espacio controlado y seguro de práctica, retroalimentación y mejora [5]. El potencial de esta técnica se amplifica cuando se combina con registros audiovisuales que permiten observar la propia praxis docente desde fuera. La incorporación del vídeo 360° añade, además, una capa inmersiva que abre nuevas posibilidades para una autoobservación más crítica y completa [6, 7].

Este artículo presenta los resultados preliminares de un estudio de caso cuyo propósito es analizar la experiencia de docentes universitarios, al integrar la microenseñanza con el uso de vídeo inmersivo en 360°. La investigación tiene tres objetivos principales: (1) identificar qué dimensiones de la práctica docente emergen durante la autorreflexión, (2) explorar las emociones que acompañan este proceso de autoobservación y (3) examinar las barreras percibidas para la incorporación de esta estrategia en la formación y el desarrollo profesional docente, a partir de entrevistas en profundidad y cuestionarios con preguntas abiertas.

La hipótesis de la investigación es que el uso de tecnología inmersiva en la microenseñanza constituye una innovación pedagógica, al proporcionar una retroalimentación objetiva y holística que optimiza la autorreflexión docente, aumenta la conciencia profesional y aporta un valor añadido frente a los métodos tradicionales de observación y evaluación.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 La microenseñanza con soporte audiovisual: una ventana para la autorreflexión

La microenseñanza se originó en la Universidad de Stanford en la década de 1960 como una técnica diseñada para la formación del profesorado en un entorno controlado [8]. Con el tiempo, la microenseñanza se ha consolidado como una estrategia de desarrollo profesional docente en distintos niveles de formación [9, 10], contextos [11, 12] y modalidades de enseñanza [13], que combina práctica, retroalimentación y autorreflexión crítica.

Su principal valor radica en que ofrece al profesorado un espacio seguro y acotado donde experimentar nuevas metodologías, ensayar técnicas didácticas y enfrentarse a los retos de la enseñanza sin la presión de un aula real [8, 5, 10]. En este marco, el error deja de percibirse como un fracaso y pasa a convertirse en un recurso valioso para el aprendizaje y la mejora continua. Diversos estudios recientes han mostrado que la microenseñanza incrementa el sentido de autoeficacia [5, 7], fomenta la capacidad de análisis crítico [12] y estimula la predisposición a innovar en el aula [14]. Asimismo, se ha señalado que contribuye al desarrollo de la identidad profesional, en tanto invita a reflexionar sobre la eficacia de determinadas estrategias, las creencias pedagógicas y los roles asumidos como docentes [15].

La retroalimentación entre pares y la autoevaluación estructurada son componentes esenciales de este enfoque [16]. Ambos procesos fortalecen la metacognición y permiten al profesorado tomar conciencia de los supuestos que guían su actuación y abrirse a cambios fundamentados. De hecho, el proceso reflexivo posterior a la microenseñanza suele ser tan enriquecedor como la práctica misma, pues impulsa un ciclo continuo de análisis, experimentación y reajuste [11, 14].

En esta línea, el uso del vídeo ha ampliado las posibilidades de la microenseñanza, al ofrecer evidencias visuales objetivas que permiten revisar la práctica más allá de la memoria selectiva del docente [17]. El modelo conocido como *video-mediated microteaching* ha sido objeto de numerosos estudios, especialmente en programas de formación inicial [18]. Kourieos [19], por ejemplo, documentó que la combinación de grabación y reflexión guiada facilita la conexión entre teoría y práctica y ayuda a descubrir aspectos comunicativos y metodológicos que pasarían inadvertidos de otro modo. En investigaciones con futuros docentes de lenguas extranjeras, se ha observado que la grabación en vídeo constituye una de las herramientas más valiosas en su formación, pues ofrece una fuente perdurable para el análisis reiterado de la práctica en el aula [20].

2.2 Reflexión docente mediada por vídeo inmersivo

El registro audiovisual de la praxis docente ha sido utilizado durante décadas como recurso formativo, especialmente en procesos de observación de clases y la reflexión guiada [15, 19]. Con la irrupción de tecnologías inmersivas, este potencial se ha ampliado, al ofrecer formatos más cercanos a la experiencia real del aula. Entre ellos, el vídeo en 360° destaca por su capacidad para situar al espectador en el centro de la acción y facilitar la observación simultánea desde múltiples ángulos y con un alto grado de realismo [6, 21, 22].

Estudios recientes evidencian que el uso de este tipo de grabaciones favorece el desarrollo de la competencia interpersonal del profesorado, ya que facilita una comprensión más profunda de los estilos de enseñanza que influyen en la relación docente–estudiante [23]. De este modo, emergen detalles que a menudo pasan desapercibidos en la docencia cotidiana: estudiantes que quedan aislados, microinteracciones en distintos puntos del aula o dinámicas espontáneas de agrupamiento [24].

Más allá de los beneficios ligados a la observación, investigaciones actuales destacan que los vídeos inmersivos generan un impacto positivo en la motivación y en la disposición hacia la reflexión crítica [7, 25]. Según Kussainova et al. [26], este tipo de experiencias representan una oportunidad para integrar el aprendizaje inmersivo con el desarrollo de competencias profesionales —como la adaptabilidad pedagógica, la conciencia cultural, la gestión del aula, la reflexión, la competencia tecnológica y las estrategias de implicación del alumnado— y evidencian mejoras significativas en estas dimensiones junto con un aumento en la motivación.

La literatura también advierte sobre ciertas limitaciones, como la complejidad técnica de las cámaras, la gestión de archivos de gran tamaño y los costes asociados a los dispositivos [24]. A esto se suman preocupaciones relacionadas con la privacidad y la aceptación del estudiantado, que en algunos casos puede mostrarse reticente a que sus datos sean recogidos o sus interacciones grabadas en un contexto de aprendizaje [27].

Aunque la microenseñanza apoyada en vídeo convencional ya ha mostrado un amplio potencial formativo [19, 20], se ha señalado que su desarrollo mediado por vídeo inmersivo en 360° sigue siendo un campo poco explorado e incipiente, especialmente en lo relativo a su capacidad de estimular la reflexión crítica y favorecer el desarrollo profesional docente [6, 27].

2.3 Factores afectivos, técnicos y pedagógicos que condicionan la reflexión

El análisis de la práctica docente a través de registros audiovisuales no está exento de desafíos. En primer lugar, conviene considerar la dimensión afectiva. Numerosos estudios documentan que verse en vídeo puede generar incomodidad, vergüenza o incluso rechazo inicial [13, 19]. Estas reacciones, aunque comprensibles, pueden limitar la disposición a analizar la propia actuación con serenidad. Ahora bien, cuando el entorno formativo es seguro y el proceso está debidamente acompañado, la molestia inicial tiende a transformarse en una oportunidad de aprendizaje y de autoconciencia pedagógica [7].

En segundo lugar, existen factores técnicos que condicionan el aprovechamiento de estas herramientas. El manejo de cámaras 360°, la edición básica de vídeos o la utilización de visores inmersivos requieren una curva de aprendizaje que no siempre resulta evidente para el profesorado [24, 27]. La ausencia de soporte técnico fiable puede convertir lo que debería ser un recurso formativo en una fuente de frustración u obstáculo adicional.

El tercer nivel de condicionantes se sitúa en el plano pedagógico. No basta con registrar una clase: resulta imprescindible contar con marcos de análisis que orienten la reflexión y permitan traducir lo observado en acciones de mejora [12, 28]. Algunos docentes carecen aún de estrategias para pasar de la observación a la toma de decisiones fundamentadas, lo que puede reducir el impacto de la experiencia [29].

También deben considerarse los condicionantes institucionales: la disponibilidad de equipos, la existencia de espacios adecuados para la revisión, la gestión ética de la privacidad y, sobre todo, el tiempo asignado a estos procesos en la agenda docente [7, 24].

3. METODOLOGÍA

3.1 Diseño y contexto

El trabajo se enmarca en un enfoque cualitativo de estudio de caso, ampliamente utilizado en investigación educativa para explorar fenómenos en profundidad y comprender experiencias situadas desde la perspectiva de los participantes [30, 31]. La experiencia se llevó a cabo en el curso de formación docente “Transforma tu Aula: aprendizaje cooperativo y microenseñanza con realidad inmersiva”, impartido en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en julio de 2024, en un formato orientado al perfeccionamiento profesional.

3.2 Participantes

En esta fase participaron 11 docentes universitarios procedentes de distintas ramas de conocimiento, entre ellas Ciencias de la Educación, Derecho, Filología, Ciencias de la Salud, Ciencias Experimentales y Humanidades. La mayoría eran mujeres (72,7 %, n=8), mientras que los hombres representaron el 27,3 % (n=3).

En cuanto a la categoría académica, se contó con una representación variada que incluía desde profesorado en etapas iniciales de su carrera (profesorado sustituto, ayudante doctor y personal investigador en formación), hasta docentes con mayor trayectoria (contratado doctor, titular y asociado). Esta heterogeneidad permitió recoger aportaciones diversas sobre la práctica docente y las demandas de formación, lo que enriquece la interpretación de los resultados.

De los 11 participantes, 10 completaron el cuestionario abierto (80 % mujeres, $n=8$; 20 % hombres, $n=2$). Además, se seleccionó una submuestra intencional de cinco docentes para la realización de entrevistas semiestructuradas, con el objetivo de representar la diversidad disciplinar del grupo (Ciencias de la Educación, Derecho, Filología, Ciencias de la Salud y Ciencias Experimentales). En este subgrupo participaron 4 mujeres y 1 hombre, con perfiles que combinaban trayectorias consolidadas y emergentes, lo que ofreció un panorama más amplio sobre la experiencia realizada.

El tamaño muestral reducido se fundamenta en la saturación de la información y la transferibilidad [32, 33], fundamentales para el desarrollo de este estudio preliminar. Se realizó un muestreo intencional de 11 participantes, adecuado a la naturaleza cualitativa del trabajo [34], con el propósito de maximizar la pertinencia informativa de casos homogéneos respecto al objeto de análisis, potenciar la saturación y la densidad analítica y favorecer la transferibilidad mediante la descripción del contexto y los criterios de selección, lo que permite valorar la aplicabilidad de los hallazgos a contextos análogos.

3.3 Procedimiento e instrumentos de recogida de datos

La intervención comenzó con una sesión inicial de formación en la técnica de microenseñanza mediada por vídeo 360°, en la que se ofrecieron pautas claras para orientar la reflexión posterior. Cada participante diseñó e impartió una microclase de entre diez y quince minutos, que fue grabada íntegramente con una cámara de 360°.

Una vez finalizadas las sesiones, los docentes recibieron acceso individual a sus grabaciones para revisarlas de forma autónoma. Posteriormente, se aplicaron dos instrumentos de recogida de información:

- Cuestionario abierto, completado por 10 participantes, en el que se les invitó a reflexionar sobre su experiencia con la práctica de la microenseñanza y con la grabación en vídeo 360°.
- Entrevistas semiestructuradas realizadas a un subgrupo intencional de 5 docentes, que permitieron profundizar en la experiencia vivida, las emociones asociadas al visionado y la utilidad percibida del recurso para su desarrollo profesional.

El estudio se desarrolló conforme a la legislación vigente en materia de protección de datos, asegurando la confidencialidad y el anonimato de los participantes en línea con la Ley Orgánica 3/2018 de Protección de Datos Personales y garantía de los derechos digitales, y obtuvo la aprobación del Comité de Ética de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, lo que refuerza la validez ética y metodológica del proceso.

3.4 Análisis de datos

El análisis de los datos se realizó siguiendo el enfoque de análisis temático propuesto por Braun y Clarke [35, 36], una metodología ampliamente adoptada en investigación cualitativa para identificar patrones de significado en los relatos de los participantes. El procedimiento incluyó una primera fase de codificación abierta de las entrevistas y cuestionarios, con el fin de generar un conjunto inicial de códigos descriptivos. Posteriormente, estos códigos se agruparon de manera inductiva en temas y subtemas, revisados en sucesivas rondas hasta lograr un esquema estable y coherente. Para garantizar la trazabilidad, se siguieron las seis fases clásicas del análisis temático: (1) familiarización con los datos, (2) codificación sistemática, (3) búsqueda de temas, (4) revisión de temas, (5) definición y denominación de temas, y (6) redacción del informe.

En esta investigación, además, se experimentó con el uso de un modelo de lenguaje de última generación (ChatGPT-5) como asistente de apoyo en la fase de codificación y organización de datos, en línea con exploraciones recientes sobre el potencial de la inteligencia artificial para apoyar procesos de categorización [37, 38]. El LLM se empleó de manera

complementaria, no sustitutiva: las propuestas iniciales de codificación y agrupación de temas generadas automáticamente fueron siempre contrastadas y revisadas críticamente por el equipo investigador, que asumió la responsabilidad final en la interpretación. Este uso controlado permitió aprovechar la capacidad del modelo para organizar grandes volúmenes de texto y sugerir patrones preliminares, a la vez que se mantuvo el criterio analítico en manos de los investigadores.

Para preservar el anonimato y, al mismo tiempo, facilitar la trazabilidad entre las distintas fuentes, cada participante fue identificado con un código alfanumérico único (P01–P10). A este identificador base se le añadió un sufijo en función del instrumento utilizado: “-Q” para cuestionarios y “-E” para entrevistas (por ejemplo, P03-Q / P03-E). De este modo, se mantuvo la confidencialidad de los datos personales y se posibilitó la comparación de aportaciones en los casos en que un mismo participante intervino en más de una fase del estudio.

4. RESULTADOS

4.1 Dimensiones de la práctica docente que emergen tras la autoobservación

El visionado de las grabaciones en 360º permitió a los docentes identificar aspectos de su práctica que habitualmente pasan desapercibidos durante la enseñanza en vivo. Uno de los hallazgos más recurrentes fue la relevancia de los gestos y microinteracciones: movimientos corporales, expresiones faciales o maneras de acercarse a determinados grupos de estudiantes.

En los cuestionarios, una docente reconoció: *“He podido ver que me muevo mucho, que uso las manos en exceso y que, en ocasiones, soy muy cortante. Cosas que se pueden mejorar muy fácilmente”* (P05-Q).

De manera similar, en una entrevista un participante describió cómo tomó conciencia de su lenguaje no verbal: *“Cuando tienes a los alumnos trabajando en grupo, [...] te acercas y mientras los estás escuchando [,] ya les estás dando [señales], pues con tu lenguaje no verbal estás incitando a lo mejor ciertas respuestas o no [...] me ayuda a decir [,] si están trabajando en grupo, pues que trabajen en grupo, que formen su opinión y que reflexionen ellos”* (P02-E)

El vídeo 360º también brindó la posibilidad de descubrir detalles invisibles en el momento de la clase, como las reacciones del alumnado o pequeños matices de la interacción. Una docente lo expresó así: *“El hecho de que sean 360 grados, además de analizarme a mí, me permite analizar las caras de los oyentes y las reacciones de los oyentes [...] me parece un valor añadido para ver cómo responden”* (P09-E)

Otro entrevistado destacó la posibilidad de ampliar la mirada más allá de la propia actuación: *“Puedes coger la cámara, ir a un alumno y decir ahora solo voy a ver a este alumno mientras yo estoy dando la clase. Y eso es muy curioso, la verdad, y ver cómo reacciona [a] lo que yo voy diciendo”* (P04-E)

4.2 Efectos emocionales y actitudinales hacia la autoobservación

El proceso de verse en vídeo generó una amplia gama de emociones. Para muchos docentes, la experiencia comenzó con incomodidad e, incluso, con cierto rechazo, pero esa sensación inicial tendió a transformarse en curiosidad crítica y disposición al cambio.

Una docente lo expresó con claridad en el cuestionario: *“Aumentó mi estrés y modificación de comportamiento por sentirme grabada y por las personas que recibían la clase”* (P09-Q).

De manera similar, otra docente refirió en la entrevista cómo el nerviosismo inicial fue deviniendo un motor de reflexión: *“Creo que lo que hace que te aborden los nervios es la situación evaluativa en sí misma, el someter tus competencias docentes a esa tarea de reflexión [...] pero desde que me vi ya tomé conciencia de ciertos aspectos y dije [,] bueno, vamos a intentar mejorar”* (P02-E)

Otros entrevistados describieron que, tras el desconcierto inicial, se despertó su motivación por mejorar su práctica. Uno de ellos señaló: *“A mí me pareció importantísimo poder verme, nunca me había visto [...] yo creía que había explicado una cosa bien y después dije [:] uy, no expliqué tan bien lo del tiempo. Entonces verlo es como verte del otro lado y me parece súper importante para la práctica docente”* (P06-E)

El sentimiento de reto y autocritica apareció de forma recurrente. Una participante reconoció: *“Me hacía sentirme un poquito insegura, me ponía un poquito nerviosa porque siento que estoy todavía como formándome [...] pero al mismo tiempo me gustaba y me parecía un reto porque me parece súper buena idea el hecho de luego poder verme y analizar”* (P09-E).

4.3 Obstáculos y barreras percibidas

La experiencia también sacó a la luz dificultades y limitaciones que condicionaron el uso de la microenseñanza con vídeo 360°. En el plano técnico, varios docentes reconocieron que el manejo de las grabaciones no siempre resultó sencillo, ya fuera por desconocimiento del software, por la complejidad de las cámaras o por la falta de tiempo para procesar los materiales. Como apuntó una participante en el cuestionario: *“No tendremos tiempo para visionar todos los vídeos, ni los recursos económicos necesarios para comprar cámaras 360° para poder implementarlo en el aula”* (P07-Q).

Algunos obstáculos fueron de carácter emocional. Un docente compartió su incomodidad al escucharse: *“No me gusta mucho. Me da mucha vergüenza. No me reconozco la voz porque me escucho distinto en un audio grabado que a mí mismo cuando hablo”* (P04-E).

También aparecieron barreras institucionales y contextuales. Una profesora lo señaló de manera clara: *“La técnica es potente, pero sin apoyo técnico se hace difícil mantenerla”* (P10-E).

Varios participantes reflexionaron sobre cuestiones de privacidad y aceptación. Uno de ellos comentó: *“El uso de cámaras en general siempre me parece que invade un poco la privacidad porque también eso de sentirte observado todo el tiempo puede generar un clima de no estar cómodo [...] pero tampoco veo mayor inconveniente, siento que también tiene sus ventajas”* (P06-E).

A modo de resumen, la Tabla 1 recoge los temas y subtemas identificados a partir del cuestionario abierto, mientras que la Tabla 2 presenta los temas y subtemas identificados en las entrevistas semiestructuradas, junto con citas representativas.

Tabla 1. Temas y subtemas derivados de los cuestionarios abiertos.

Tema principal	Subtemas identificados	Ejemplos representativos (respuestas)
Dimensiones de la práctica docente que emergen tras la autoobservación	Conciencia sobre gestos, movimientos y lenguaje no verbal	“He podido ver que me muevo mucho, que uso las manos en exceso y que, en ocasiones, soy muy cortante” (P05-Q) “Fue muy interesante ver cómo los alumnos trabajaban de forma cooperativa, porque puedes entender bien cómo construyen el conocimiento sin mí” (P06-Q)
	Atención a la claridad del discurso y a la narrativa docente	
	Observación de dinámicas de participación estudiantil	
Efectos emocionales y actitudinales hacia la	Incomodidad inicial al verse grabado	“Aumentó mi estrés y modificación de

autoobservación	Transformación de la incomodidad en curiosidad y aprendizaje	comportamiento por sentirme grabada” (P09-Q)
	Motivación por innovar tras la experiencia	
Obstáculos y barreras percibidas	Limitaciones técnicas (equipos, tiempo de visionado)	“No tendremos tiempo para revisar todos los vídeos, ni los recursos económicos necesarios para comprar cámaras 360°” (P07-Q)
	Cuestiones de privacidad y aceptación del alumnado	
	Escasa formación previa en el uso de cámaras 360°	

Tabla 2. Temas y subtemas derivados de las entrevistas semiestructuradas.

Tema principal	Subtemas identificados	Ejemplos representativos (respuestas)
La microenseñanza como práctica formativa	Espacio seguro para ensayar metodologías	“Me hacía sentirme un poquito insegura [...] pero me parecía un reto porque me parecía súper buena idea el hecho de luego poder verme y analizar” (P09-E)
	Retroalimentación como motor de mejora	
	Relevancia de la reflexión crítica tras la práctica	“El aspecto positivo es ver puntos de mejora para mejorar, porque realmente nunca me había visto antes dando una clase” (P04-E)
Aportaciones del vídeo 360° a la autoobservación	Ampliación de la mirada: ver lo que ocurre en distintos puntos del aula	“El hecho de que sean 360 grados, además de analizarme a mí, me permite analizar las caras de los oyentes” (P09-E) “Puedes coger la cámara, ir a un alumno y decir [:] ahora solo voy a ver a este alumno mientras yo estoy dando la clase” (P04-E)
	Descubrimiento de detalles invisibles en la interacción	
	Mayor autocrítica al observarse desde fuera	
Efectos emocionales asociados al visionado	Vergüenza e incomodidad inicial	“Me da mucha vergüenza. No me reconozco la voz (...) pero [,] aunque a uno le dé vergüenza, tiene que hacer el esfuerzo” (P04-E)
	Evolución hacia la aceptación y la motivación	
	Sentimiento de reto profesional	“Nunca me había visto (...) me parece súper importante para la práctica docente” (P06-E)
Condicionantes y barreras	Tiempo y recursos necesarios	“La técnica es potente, pero sin apoyo técnico se hace

	Posibles reticencias del alumnado a ser grabado	difícil mantenerla” (P10-E)
	Necesidad de acompañamiento institucional	“El uso de cámaras en general siempre me parece que invade un poco la privacidad” (P06-E)

5. DISCUSIÓN

Los resultados preliminares de esta fase inicial invitan a debatir las fortalezas y limitaciones de la combinación de la microenseñanza con el vídeo inmersivo 360° como estrategia de reflexión docente. En primer lugar, se confirma lo señalado en la literatura sobre microenseñanza clásica: constituye un espacio seguro de experimentación, donde el error se concibe como parte del aprendizaje profesional [39, 40]. Este hallazgo coincide con investigaciones previas que destacan cómo la microenseñanza fortalece la autoconfianza y fomenta la capacidad de análisis crítico en el profesorado novel [11, 16]. Estos resultados respaldan la hipótesis inicial de que la microenseñanza mediada por vídeo inmersivo 360° actúa como un catalizador para la reflexión crítica y el desarrollo profesional docente.

De manera complementaria, la incorporación de grabaciones de vídeo amplía las posibilidades de reflexión, tal como se ha observado en estudios centrados en la microenseñanza mediada por grabaciones convencionales [17-20]. En este estudio de caso, el uso de tecnología inmersiva de 360° parece añadir un componente de realismo que favorece la conciencia espacial y la identificación de dinámicas de aula que a menudo pasan desapercibidas. Investigaciones recientes evidencian que los vídeos 360° contribuyen a la capacidad de *noticing* docente al ofrecer perspectivas múltiples y simultáneas del aula [23, 25]. En la misma dirección, un estudio comparativo halló que los futuros docentes expuestos a vídeos 360° lograron una mayor precisión en la observación de eventos de aula en comparación con formatos convencionales, especialmente bajo condiciones de alta carga cognitiva [25]. Esto sugiere que el vídeo 360° no constituye únicamente un recurso innovador en términos visuales, sino también una herramienta con verdadero potencial para enriquecer la reflexión crítica sobre la práctica pedagógica.

A la par que se identifican estas oportunidades, emergen también retos significativos. En el plano afectivo, algunos docentes reportaron incomodidad o vergüenza al observarse en vídeo, un fenómeno ampliamente documentado en la literatura sobre autoobservación [13, 19]. Aunque en muchos casos esta incomodidad inicial se transforma en motivación, constituye un factor que conviene acompañar pedagógicamente en los procesos formativos. En el plano técnico, el manejo de cámaras inmersivas y la gestión de archivos de gran tamaño se identifican como barreras recurrentes, en línea con análisis recientes que apuntan a la necesidad de formación tecnológica y apoyo especializado para garantizar un uso sostenible [27].

En el plano institucional también se observan limitaciones claras: la sostenibilidad depende de recursos logísticos y acompañamiento organizativo. Como señalan experiencias previas, pese a que el profesorado valore positivamente el uso del vídeo inmersivo, la falta de apoyo técnico e institucional puede limitar su escalabilidad [24].

Por último, aunque los resultados son alentadores, es necesario subrayar que el campo de la microenseñanza mediada por vídeo 360° sigue siendo incipiente y poco explorado. La literatura lo identifica como un ámbito emergente con un gran potencial de desarrollo, pero también con lagunas metodológicas y conceptuales que requieren investigación adicional [6, 24, 27]. Por ello, los hallazgos aquí presentados deben entenderse como exploratorios: ofrecen pistas y nuevas preguntas, más que respuestas definitivas.

6. CONCLUSIONES

Esta fase inicial del estudio muestra que la combinación de microenseñanza y vídeo 360° constituye una vía novedosa y prometedora para el perfeccionamiento docente universitario. Los participantes señalaron que esta herramienta les permitió identificar aspectos de su práctica que habitualmente pasaban inadvertidos, y que la mirada externa propiciada

por la grabación favoreció tanto la autocritica como la motivación por mejorar. Lo que en un inicio se percibía como una experiencia incómoda terminó convirtiéndose, para la mayoría, en una oportunidad de aprendizaje, autoconocimiento y crecimiento profesional, en línea con lo descrito en la literatura sobre los efectos formativos de la microenseñanza y el uso de tecnologías inmersivas [14, 15, 18, 21, 22, 27].

El estudio se alinea con la literatura existente que evidencia cómo la incorporación de tecnologías emergentes está transformando los procesos de enseñanza-aprendizaje. Frente a los métodos tradicionales, centrados en la transmisión unidireccional del conocimiento, las estrategias innovadoras mediadas por tecnología permiten a los docentes superar barreras educativas, fomentar la participación activa y generar un aprendizaje más significativo [41, 42]. En particular, las revisiones recientes sobre tecnologías inmersivas destacan que su integración pedagógica en la formación docente favorece la reflexión crítica, la implicación profesional y la mejora continua del profesorado [43].

Las conclusiones preliminares pueden organizarse en tres ejes principales. En primer lugar, la autoobservación inmersiva revela lo invisible: el registro en 360° permite al profesorado atender a gestos, interacciones y patrones de participación estudiantil que rara vez emergen sin evidencia audiovisual. En segundo lugar, el componente emocional forma parte del aprendizaje, puesto que la incomodidad inicial de verse en vídeo inmersivo se transforma progresivamente en curiosidad y deseo de cambio cuando la experiencia se desarrolla en un entorno seguro y con acompañamiento reflexivo [7, 12, 16, 28]. Finalmente, la sostenibilidad depende de los apoyos institucionales, es decir, la innovación solo puede consolidarse si se acompaña de recursos técnicos adecuados, formación específica y espacios colaborativos de análisis entre pares [12, 24, 27].

De cara al futuro, resulta recomendable que las universidades integren el vídeo 360° no como un recurso aislado o experimental, sino como parte estructural de los programas de formación docente continua. Esto implica invertir en equipamiento y soporte técnico, ofrecer talleres de análisis reflexivo y, sobre todo, crear comunidades de práctica donde los docentes puedan compartir grabaciones, experiencias y aprendizajes.

Asimismo, será fundamental impulsar investigaciones que exploren cómo esta técnica incide no solo en la autopercepción y el desarrollo profesional del profesorado, sino también en el aprendizaje del estudiantado. Si se logra evidenciar esa relación, la microenseñanza mediada por vídeo 360° podrá pasar de ser una innovación emergente a consolidarse como una estrategia clave en la formación y el desarrollo profesional docente universitario.

En este sentido, los hallazgos del estudio sugieren varias implicaciones prácticas para la universidad: la necesidad de diseñar programas de formación que integren de manera sistemática el vídeo 360° en la microenseñanza; el acompañamiento pedagógico que transforme la incomodidad inicial en aprendizaje; la inversión en recursos técnicos y soporte estable; la definición de protocolos claros de ética y privacidad; y la promoción de comunidades de práctica que permitan a los docentes compartir experiencias y aprendizajes. Considerar estas líneas de acción puede contribuir a que la innovación no quede como un experimento aislado, sino que se consolide como parte estructural de la formación docente universitaria.

REFERENCIAS

1. Dewey, J.: *How We Think: A Restatement of the Relation of Reflective Thinking to the Educative Process*. D.C. Heath, Boston (1933).
2. Schön, D.A.: *The Reflective Practitioner: How Professionals Think in Action*. 2nd edn. Routledge, London (1992). <https://doi.org/10.4324/9781315237473>
3. Ovadiya, T.: Selective Memory May Be at Play During Written Reflection: Analysis of the Noticing of Mathematics Teacher-Researchers. *Reflective Practice* 25(3), 310–325 (2024). <https://doi.org/10.1080/14623943.2024.2398296>
4. O’Leary, M.: *Classroom Observation: A Guide to the Effective Observation of Teaching and Learning*. Routledge, London (2014). <https://doi.org/10.4324/9781315630243>
5. Aarsal, Z.: Microteaching and Pre-Service Teachers’ Sense of Self-Efficacy in Teaching. *European Journal of Teacher Education* 37(4), 453–464 (2014). <https://doi.org/10.1080/02619768.2014.912627>

6. Qian, J., Shang, J., Qin, L.: A Systematic Scoping Review of 360-Degree Videos in Teacher Education. *Journal of Research in Innovative Teaching & Learning* ahead-of-print, 20–38 (2025).
7. Rodríguez-Gil, M.E., Sandu, B.M., Santana-Perera, B.: Self-Efficacy Beliefs in Spanish Pre-Service Teachers: A Microteaching Case Study Using Immersive Virtual Reality. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación* 71, 7–24 (2024). <https://doi.org/10.12795/pixelbit.107712>
8. Allen, D.W., Ryan, K.A.: *Microteaching*. Addison-Wesley, Reading (1972).
9. Thomas, G.E.: *Micro-Teaching with Video-Reflection in Education*. Doctoral dissertation, Indiana State University, Terre Haute (2023).
10. Iliasova, L., et al.: Microteaching on Pre-Service Teachers' Education: Literature Review. *Frontiers in Education* 10, 1562975 (2025). <https://doi.org/10.3389/educ.2025.1562975>
11. Batman, D., Saka, A.Z.: The Effects of Micro-Reflective Teaching Practices on the Professional Skill Development of Pre-Service Physics Teachers. *Turkish Online Journal of Educational Technology (TOJET)* 20(4), 117–131 (2021).
12. Karakaş, A., Yükselir, C.: Engaging Pre-Service EFL Teachers in Reflection Through Video-Mediated Team Micro-Teaching and Guided Discussions. *Reflective Practice* 22(2), 159–172 (2021). <https://doi.org/10.1080/14623943.2020.1860927>
13. Sezaki, H., Lei, Y., Xu, Y., Hachisuka, S., Warisawa, S., Kurita, K.: Online Technology-Based Microteaching in Teacher Education: A Systematic Literature Review. *Procedia Computer Science* 225, 2487–2496 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.procs.2023.10.240>
14. Mhagama, M.: Microteaching Practicum as an Avenue for Student Teachers to Learn the Art of Improvising Instructional Materials. *International Journal of Education Foundations* 1(1), 1–6 (2024). <https://doi.org/10.33687/ijef.001.01.0001>
15. Kroeger, S.D., et al.: Microteaching: An Opportunity for Meaningful Professional Development. *Teaching Exceptional Children* 56(6), 462–471 (2024). <https://doi.org/10.1177/00400599211068372>
16. Erdemir, N., Yeşilçınar, S.: Reflective Practices in Micro Teaching From the Perspective of Preservice Teachers: Teacher Feedback, Peer Feedback and Self-Reflection. *Reflective Practice* 22(6), 766–781 (2021). <https://doi.org/10.1080/14623943.2021.1968818>
17. Sherin, M., Van Es, E.: Using Video to Support Teachers' Ability to Notice Classroom Interactions. *Journal of Technology and Teacher Education* 13(3), 475–491 (2005).
18. Brent, R., Wheatley, E., Thomson, W.S.: Videotaped Microteaching: Bridging the Gap From the University to the Classroom. *The Teacher Educator* 31(3), 238–247 (1995). <https://doi.org/10.1080/08878739609555115>
19. Kourieos, S.: Video-Mediated Microteaching – A Stimulus for Reflection and Teacher Growth. *Australian Journal of Teacher Education* 41(1), 65–80 (2016). <https://doi.org/10.14221/ajte.2016v41n1.4>
20. Orlova, N.V.: Video Recording as a Stimulus for Reflection in Pre-Service EFL Teacher Training. *English Teaching Forum* 47(2), 30–35 (2009).
21. Balzaretto, N., Ciani, A., Cutting, C., O'Keefe, L., White, B.: Unpacking the Potential of 360-Degree Video to Support Pre-Service Teacher Development. *Research on Education and Media* 11(1), 63–69 (2019). <https://doi.org/10.2478/rem-2019-0009>
22. Feurstein, M.S.: Exploring the Use of 360-Degree Video for Teacher-Training Reflection in Higher Education. In: *Proceedings of DELFI Workshops 2019*, pp. 117–124. Gesellschaft für Informatik, Bonn (2019). <https://doi.org/10.18420/delfi2019-ws-117>

23. Theelen, H., van den Beemt, A., den Brok, P.: Using 360-Degree Videos in Teacher Education to Improve Preservice Teachers' Professional Interpersonal Vision. *Journal of Computer Assisted Learning* 35(5), 582–594 (2019).
<https://doi.org/10.1111/jcal.12361>
24. Cross, S., Wolfenden, F., Adinolfi, L.: Taking in the Complete Picture: Framing the Use of 360-Degree Video for Teacher Education Practice and Research. *Teaching and Teacher Education* 111, 103597 (2022).
<https://doi.org/10.1016/j.tate.2021.103597>
25. Kosko, K.W., Ferdig, R.E., Zolfaghari, M.: Preservice Teachers' Professional Noticing When Viewing Standard and 360 Video. *Journal of Teacher Education* 72(3), 284–297 (2021). <https://doi.org/10.1177/0022487120939544>
26. Kussainova, A., Zhussupova, R., Shadiev, R.: Enhancing Competencies and Motivation: The Impact of 360-Degree Video Technology on Future Foreign Language Teachers. *Higher Education in Kazakhstan* 49(1), 67–82 (2025).
<https://doi.org/10.59787/2413-5488-2025-49-1-67-82>
27. Ranieri, M., Luzzi, D., Cuomo, S., Bruni, I.: If and How Do 360 Videos Fit Into Education Settings? Results From a Scoping Review of Empirical Research. *Journal of Computer Assisted Learning* 38(5), 1199–1219 (2022).
<https://doi.org/10.1111/jcal.12683>
28. Tee, D.D., Ahmed, P.K.: 360 Degree Feedback: An Integrative Framework for Learning and Assessment. *Teaching in Higher Education* 19(6), 579–591 (2014). <https://doi.org/10.1080/13562517.2014.901961>
29. Santagata, R., Angelici, G.: Studying the Impact of the Lesson Analysis Framework on Preservice Teachers' Abilities to Reflect on Videos of Classroom Teaching. *Journal of Teacher Education* 61(4), 339–349 (2010).
<https://doi.org/10.1177/0022487110369555>
30. Stake, R.E.: *The Art of Case Study Research*. Sage, Thousand Oaks (1995).
31. Merriam, S.B., Tisdell, E.J.: *Qualitative Research: A Guide to Design and Implementation*. 4th edn. Jossey-Bass, San Francisco (2016).
32. Tójar Hurtado, J. C.: *Investigación cualitativa. Comprender y actuar*. La Muralla, Madrid. (2006).
33. Esquivel-Grados, J.: Saturación de la información. Tamaño de muestra según diseños de investigación cualitativa. *Revista de Educación y Tecnología* 10(1), 1–9 (2025). <https://doi.org/10.62701/revedutech.v10.5460>
34. Hennink, M., & Kaiser, B. N.: Sample sizes for saturation in qualitative research: A systematic review of empirical tests. *Social Science & Medicine* 292, 114523 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.socscimed.2021.114523>
35. Braun, V., Clarke, V.: *Successful Qualitative Research: A Practical Guide for Beginners*. SAGE, London (2013).
36. Braun, V., Clarke, V.: *Thematic Analysis: A Practical Guide*. SAGE, London (2022).
37. Perkins, M., Roe, J.: Academic Publisher Guidelines on AI Usage: A ChatGPT Supported Thematic Analysis. *F1000Research* 12, 1398 (2024). <https://doi.org/10.12688/f1000research.142411.2>
38. Nguyen-Trung, B.: ChatGPT in Thematic Analysis: Can AI Become a Research Assistant in Qualitative Research? *Quality & Quantity* (2023). <https://doi.org/10.1007/s11135-025-02165-z>
39. Fernandez, M.L., Robinson, M.A.: Prospective Teachers' Perspectives on Microteaching Lesson Study. *Education* 127(2), 203–215 (2006).
40. Reddy, K.R.: Teaching How to Teach: Microteaching (A Way to Build Up Teaching Skills). *Journal of Gandaki Medical College – Nepal* 12(1), 65–71 (2019). <https://doi.org/10.3126/jgmcn.v12i1.22621>
41. Billingsley, G., Smith, S., Smith, S., & Meritt, J.: A systematic literature review of using immersive virtual reality technology in teacher education. *Journal of Interactive Learning Research* 30(1), 65–90 (2019). Disponible en: <https://www.learntechlib.org/primary/p/176261/>

42. Saza Bustosa, L., & Dary E., R.: Del aula tradicional hacia los metaversos: Una revisión de literatura. *Revista Academia y Virtualidad* 17(1), 71–86 (2024). <https://doi.org/10.18359/ravi.688>
43. Selvakumar, S., & Palaniyandi, S.: Immersive learning technology for teacher education: A systematic literature review. *Journal of Learning for Development* 12(1), 56–75 (2025). <https://doi.org/10.56059/jl4d.v12i1.1500>

Laboratorios docentes remotos virtuales: una aplicación de las TIC en la educación en ingeniería

José Alejandro González-Medina^{a[0009-0003-9675-5351]}, Paula González-Suárez^{a[0009-0002-1515-9084]} y Pedro Manuel Hernández-Castellano^{a[0000-0001-8443-118X]}, ^aUniversidad de Las Palmas de Gran Canaria, C. Juan de Quesada, 30, 35001 Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, España

RESUMEN

Ante la desmotivación percibida en los estudiantes de un tiempo a esta parte, desde la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria se ha propuesto un proyecto de innovación educativa relacionado con la introducción de laboratorios docentes remotos virtuales (LDRV). En él, se busca mejorar la enseñanza de ciertas tecnologías mediante una aplicación interactiva que genere una experiencia parecida a las prácticas experimentales en el discente. Con ello, se busca reforzar los conocimientos teóricos a la vez que facilita la impartición de actividades prácticas, manteniendo el interés del estudiante durante el proceso. En el presente trabajo se plantea el proceso de ideación, construcción y evaluación de un LDRV de una máquina de corte y grabado láser, mostrando los resultados obtenidos con los alumnos, sus limitaciones y las líneas de desarrollo futuro mediante el uso de la inteligencia artificial.

Keywords: Laboratorios docentes, Industria 4.0, Industria 5.0, Educación 4.0, Inteligencia artificial

1. INTRODUCCIÓN

En la actualidad, el absentismo escolar y la pérdida de motivación en el estudiantado siguen siendo uno de los principales problemas en el campo de la educación. Particularmente, en el sector de la educación en ingeniería se ha convertido en uno de los retos a abordar más preocupantes de cara al futuro. Conservar un equilibrio entre los contenidos teóricos y prácticos es clave para un correcto desarrollo de los futuros ingenieros, manteniendo un interés por la realidad de la profesión. Sin embargo, se percibe un desequilibrio entre ambos, más inclinado hacia la teoría, siendo uno de los factores de esta pérdida de motivación [1], [2].

Para abordar esta problemática, desde la Escuela de ingenierías industriales y civiles (EIIC) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) se ha llevado a cabo un proyecto de desarrollo de laboratorios docentes remotos virtuales (LDRV). El objetivo es crear un entorno virtual en el que los alumnos puedan experimentar con las tecnologías impartidas en las asignaturas mediante un gemelo digital de estas. Con ello, se pretende reforzar los contenidos transmitidos y generar una experiencia simulada de dichas tecnologías, de tal forma que, al abordar las prácticas experimentales, estos se sientan cómodos y se pueda avanzar más en su uso [1], [2], [3].

Esto es una forma de acercar a los estudiantes nuevas formas de trabajo relacionadas con la Industria 4.0, la digitalización y la sostenibilidad, áreas de la que se ha empezado a llamar la Industria 5.0 [4]. Particularmente, en el ámbito de la sostenibilidad, esta clase de aproximación representa un equilibrio entre la generación de valor educativo y el gasto de material. Del mismo modo, los LDRV pueden ayudar a la democratización de la tecnología, pudiendo dar acceso a los laboratorios digitalizados a cualquier centro de formación con acceso a internet [1], [3], [5].

Este trabajo se centrará en el LDRV de corte y grabado láser en desarrollo para la asignatura “Tecnologías de desarrollo de producto” del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (GIDIDP). Así, se discutirá el proceso de creación de este y sus particularidades, contando con la retroalimentación dada por los alumnos durante el proceso, la evaluación posterior del mismo y las perspectivas de futuro de este material educativo. De igual forma, se comentará el proceso seguido para su implementación web, un punto esencial para garantizar la accesibilidad al LDRV [1], [2].

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

En este apartado se hace una breve descripción del marco teórico tomado para el desarrollo del LDRV.

2.1 Metodologías educativas

En este trabajo, se ha conceptualizado la educación en tres pilares: aprendizaje, evaluación y enseñanza. El educador facilita la interacción de estos elementos mediante la adaptación de materiales, la estimulación del interés, el fomento del aprendizaje autónomo y el seguimiento del progreso del estudiante. Estas interacciones se pueden estructurar de igual forma en otra triada compuesta por el docente, el estudiante y el contenido. La relación entre estos elementos es lo que fundamenta la metodología educativa seguida [1], [2].

Los dos paradigmas dominantes, el conductismo y el constructivismo, tienen visiones en contraste. El conductismo enfatiza un flujo unidireccional del conocimiento, donde los estudiantes reciben pasivamente la información. En cambio, el constructivismo promueve un modelo de diálogo y participación, posicionando al docente como guía y al estudiante como agente activo en el proceso educativo [6].

El constructivismo sustenta muchas de las metodologías educativas innovadoras (o metodologías activas), priorizando la participación y autonomía del estudiante. Estas incluyen estrategias ampliamente adoptadas como el aula invertida, el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje cooperativo, la gamificación, el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en el pensamiento y el aprendizaje-servicio [7]. Este tipo de metodologías son la base del desarrollo de un LDRV.

2.2 Diseño de experiencias de aprendizaje

El diseño de experiencias de aprendizaje, abreviado como LXD (Learning Experience Design en inglés), es una disciplina enmarcada en el ámbito del diseño que se enfoca exclusivamente en la mejora de la calidad de las experiencias educativas. Al igual que otras ramas del diseño, LXD se basa en una filosofía holística, interdisciplinaria y centrada en el aprendiz (usuario), con el objetivo principal de hacer que el proceso de aprendizaje sea atractivo, relevante, agradable e informativo. Este enfoque ayuda a transformar situaciones de aprendizaje desafiantes y ambiguas en resultados estructurados y significativos [8].

LXD prioriza la perspectiva del aprendiz, enfatizando sus metas, preferencias y los entornos en los que aprende, alineándose con el constructivismo. Requiere de la participación activa de los estudiantes en un proceso creativo colectivo, asegurando que sus voces se integren a lo largo del diseño y desarrollo de la experiencia de aprendizaje [8]. El proceso de LXD generalmente se desarrolla a través de seis fases iterativas [9]: evaluar la necesidad del problema, realizar investigación del usuario, diseñar la experiencia, crear un prototipo de la experiencia, probar la experiencia e implementar la experiencia.

2.3 Laboratorios docentes remotos virtuales

Los laboratorios remotos se definen como laboratorios físicos a los que se puede acceder desde una localización apartada mediante tecnologías de comunicación. De esta manera, el laboratorio físico y el usuario de este están separados, pero los recursos que da el laboratorio son accesibles desde internet. La principal ventaja de esta variante de laboratorio es la capacidad de hacer pruebas y experimentos, consiguiendo así conocimientos y resultados de investigación, sin tener la necesidad de estar emplazado físicamente en el sitio donde se dan esas posibilidades [3], [10], [11].

Los laboratorios docentes son aulas acondicionadas con el propósito de realizar prácticas, pruebas y experimentos relacionados con la enseñanza. Si al concepto de laboratorio remoto le unimos la idea del laboratorio docente, se abre un abanico de posibilidades educativas muy interesantes. Con ello, se hace un acercamiento a la Industria 4.0. que no solo se aplica a los laboratorios y talleres orientados a la investigación, fabricación o manufactura, sino al uso didáctico de las nuevas tecnologías (Educación 4.0) [12].

De esta forma, las TIC se vuelven un apoyo para poder empezar a resolver los problemas comentados en la introducción. Este es el concepto de laboratorio docente remoto virtual, donde un laboratorio físico es recreado virtualmente para poder realizar experimentación de forma didáctica en emplazamientos alejados del laboratorio real. El LDRV puede estar conectado al laboratorio real (LDRV síncronos) o pueden no estarlo y ser una plataforma completamente independiente (LDRV asíncrono) [3].

2.4 Educación sostenible

La relación entre educación y sostenibilidad se hace cada vez más evidente. Esto se puede comprobar en los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), creados por las Naciones Unidas, teniendo una sección dedicada específicamente a la educación de calidad. En este objetivo se recoge el acceso equitativo a la educación por colectivos en situaciones de vulnerabilidad, la enseñanza de conocimientos para el desarrollo sostenible, y la capacitación de los jóvenes adultos en la adquisición de habilidades profesionales para la adquisición de trabajos decentes y el emprendimiento [13].

Así, la educación sostenible puede definirse como un método de enseñanza de conocimientos y habilidades que garantiza el desarrollo presente y futuro de la sociedad, estando en armonía con la ecología, la economía y el crecimiento individual. Los LDRV tienen el potencial de brindar acceso a recursos educativos en zonas remotas del mundo que de otro modo no podrían ser accesibles. Al mismo tiempo, los LDRV pueden ofrecer la oportunidad de experimentar en entornos de alto riesgo y peligro de forma segura, enriqueciendo la formación profesional de los estudiantes.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

En el presente apartado se muestra el proceso seguido para la obtención de la información preliminar, el desarrollo, la implementación y la evaluación del LDRV enfocado en el corte y grabado láser.

3.1 Definición de objetivos

El propósito de este proyecto es avanzar en la educación en ingeniería mediante el alcance de objetivos estratégico a través de la implementación de un LDRV. El primero es promover la innovación educativa al integrar tecnologías emergentes que mejoran la calidad de la enseñanza y apoyan la transformación digital de los entornos de aprendizaje. El segundo es mejorar la accesibilidad y la flexibilidad, permitiendo a los estudiantes realizar prácticas de forma remota. El tercero es mejorar la eficiencia en el uso de recursos al permitir el manejo remoto de equipos de laboratorio costosos, reduciendo el desgaste y los gastos operativos.

En conjunto, estos tres objetivos generales pretenden afrontar los retos planteados en la introducción relacionados a la educación en ingeniería, mejorando la motivación y la formación profesional de los estudiantes.

3.2 Desarrollo de la experiencia de usuario

Se realizó un estudio preliminar para comprender las experiencias de los estudiantes del GIDIDP en relación con las prácticas de laboratorio. El estudio incluyó un grupo focal con 5 participantes y un cuestionario de preguntas cerradas completado por otros 20. El grupo focal proporcionó información cualitativa sobre las motivaciones y expectativas de los estudiantes, mientras que el cuestionario ayudó a validar estos hallazgos en una muestra más amplia.

Los estudiantes expresaron insatisfacción con las prácticas de laboratorio actuales, señalando la falta de apoyo y la poca claridad en los objetivos. Solicitaron más proyectos prácticos con equipos reales que les permitieran relacionar la teoría con la práctica y fortalecer sus portafolios profesionales. Aunque las sesiones de laboratorio fueron consideradas útiles para comprender conceptos teóricos, los estudiantes notaron una desconexión entre la teoría y su aplicación. A pesar de estas dificultades, muchos mostraron iniciativa utilizando recursos en línea y desarrollando intereses personales en los temas abordados. Estos resultados ya se han podido ver en trabajos anteriores [1], [2].

Como respuesta, se estableció un conjunto de criterios de diseño y desarrollo para guiar la implementación del LDRV. Estos incluyen la creación de una plataforma altamente interactiva e intuitiva, con tareas basadas en la acción y la navegación espacial, garantizando la accesibilidad desde distintos dispositivos. También debía apoyar el uso colaborativo, su integración de forma fluida, tanto con los materiales del curso, como con la plataforma educativa de la institución.

3.3 Descripción del LDRV

Se desarrolló un LDRV piloto para simular el funcionamiento de una máquina de corte y grabado láser “Widlaser C900”. Este se construyó utilizando un gemelo digital, creado mediante software de modelado CAD y poligonal (Autodesk Fusion 360 y Blender respectivamente), que replica la estructura física de la máquina y sus componentes clave, omitiendo sistemas no visibles. El gemelo digital se integró en un entorno virtual utilizando el motor de videojuegos

Unity, elegido por su accesibilidad y la abundancia de recursos disponibles en línea, siendo un medio de desarrollo de gemelos digitales ampliamente usado [3].

Las diferentes piezas de la máquina fueron importadas al motor de juego. Unity utiliza C# como lenguaje de programación. Mediante este y las facilidades dadas por el programa, se crearon las distintas acciones y movimientos del gemelo digital. Además, Unity permite integrar una interfaz de usuario (UI), generando interactividad y contenido gráfico. Se pretendió crear una UI amigable para el LDRV, que se asemejase a una herramienta simplificada de manufactura asistida por computadora (CAM). El proceso de uso sería el que se describe a continuación.

Tras iniciar sesión a través del aula Moodle, los alumnos accederían al LDRV mediante un enlace que también tiene una clave de acceso en un portal seguro. Así, los estudiantes acceden a un espacio de trabajo virtual donde pueden visualizar una pieza de muestra, configurar parámetros y operar la máquina. La interfaz que imita el software CAM fue diseñada a partir del programa utilizado con la máquina real, permitiendo a los estudiantes configurar dos conjuntos de parámetros sobre distintos elementos geométricos. La máquina virtual incluye un sistema de control realista, que permite realizar acciones como abrir y cerrar la puerta del área de trabajo, mover los ejes de la máquina y ajustar la distancia focal (Figura 1). La navegación dentro del entorno 3D imita el software de modelado tridimensional estándar, lo que facilita a los estudiantes explorar e interactuar con el sistema. Luego pueden utilizar una pantalla de control virtual para mover el cabezal de corte, establecer el origen de coordenadas y comenzar o pausar el proceso de corte (Figura 2).



a)



b)

Figura 1. a) Máquina de corte y grabado láser “Widlaser C900” real. b) Espacio virtual del LDRV.

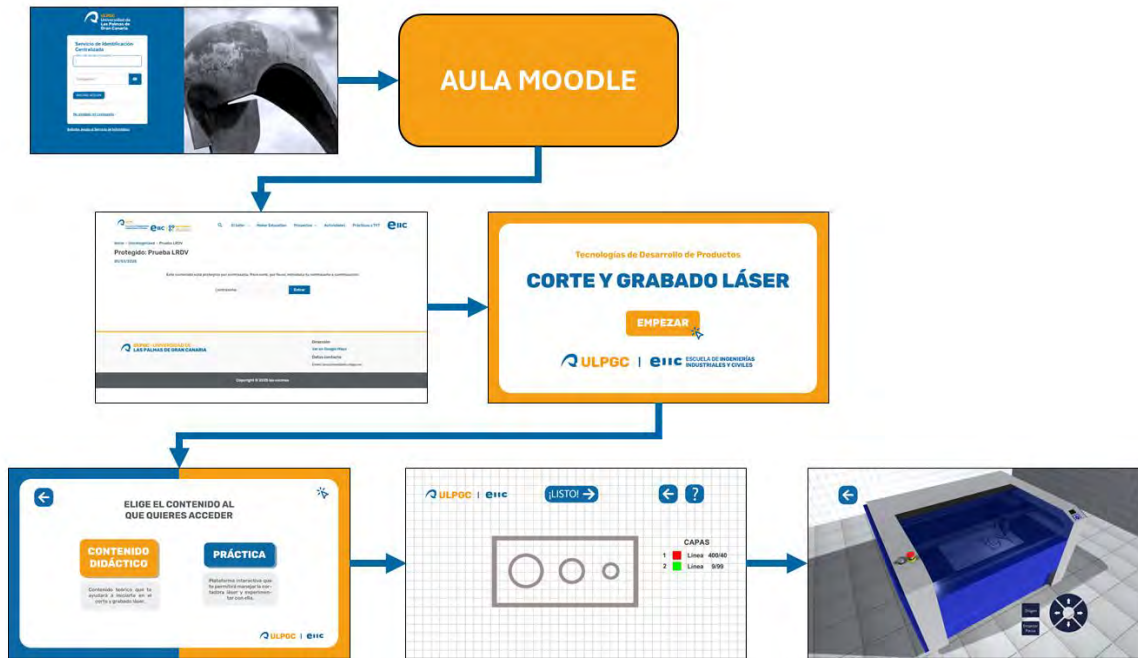


Figura 2. Esquema de acceso al LDRV.

3.4 Evaluación

Durante el año académico 2024/25, el LDRV fue implementado con tres grupos de estudiantes para evaluar su utilidad como herramienta de aprendizaje. Dos de estos grupos (GI y GII), que sumaban 18 estudiantes, utilizaron el LDRV después de completar las sesiones presenciales en el laboratorio. El tercer grupo (GIII), compuesto por 11 estudiantes, lo empleó antes de asistir al laboratorio. Todas las actividades fueron supervisadas por un miembro del equipo de investigación, lo que garantizó una orientación constante y apoyo durante el proceso.

El objetivo de la evaluación fue analizar la aceptación y efectividad del LDRV en comparación con los métodos tradicionales. Los estudiantes de los grupos GI y GII respondieron un cuestionario tras la sesión presencial (Q1) y otro después de utilizar el LDRV (Q2), obteniéndose 18 y 7 respuestas, respectivamente. Por su parte, el grupo GIII completó un cuestionario antes de usar el LDRV (Q3) y otro tras la sesión de laboratorio (Q4), con 11 y 9 respuestas respectivamente. Todos los cuestionarios fueron completados de forma individual e incluyeron preguntas cerradas y abiertas, centradas en aspectos clave como accesibilidad, diseño de interfaz, calidad del experimento, resultados de aprendizaje e integración del LDRV en el curso.

Los resultados, ya presentados anteriormente en [2], revelan que una gran mayoría de estudiantes expresó ansiedad al utilizar equipos de laboratorio físicos, principalmente por temor a causar daños o sufrir lesiones: el 83 % lo indicó en Q1 y el 91 % en Q3. Asimismo, el 94 % de los participantes en Q1 consideró que el uso previo de un modelo virtual podría ayudar a reducir esta ansiedad y mejorar la preparación para las sesiones presenciales. Tras utilizar el LDRV, el 86 % en Q2 y el 78 % en Q4 coincidieron en que el modelo virtual reflejaba con precisión el comportamiento de la máquina física. No obstante, las opiniones fueron más divididas respecto a si el LDRV mejoró su comprensión del funcionamiento del equipo, con solo entre un 33 % y 43 % afirmándolo.

En cuanto al momento de uso, la mayoría de los estudiantes prefirió acceder al LDRV antes de la sesión presencial, como lo indicaron el 57 % en Q2 y el 78 % en Q4, lo que sugiere su utilidad como herramienta preparatoria. Además, entre el 56 % y el 57 % de los estudiantes reportaron sentirse más seguros al operar la máquina física tras interactuar con el LDRV. Sin embargo, algunos señalaron problemas técnicos como lentitud en la carga del programa y errores del sistema, que limitaron su efectividad. También se mencionaron limitaciones del modelo virtual, como la falta de

precisión en los movimientos y opciones de personalización restringidas. A pesar de estos inconvenientes, todos los encuestados manifestaron interés en seguir utilizando el LDRV en futuras sesiones de laboratorio.

3.5 Mejoras

Ante esta evaluación, se ha ido actualizando el programa a lo largo de las etapas del proyecto más recientes. Se ha mejorado el sistema de ejecución del corte para que realizase las geometrías con mayor precisión. También, ahora la información geométrica se extrae a partir de un archivo SVG, con la única condición de que sea una figura poligonal. Como se verá en la siguiente sección, esto puede dar pie a un LDRV más personalizado.

En esta primera implementación, se utilizó la plataforma itch.io para poder dar acceso a los alumnos al LDRV sin comprometer la privacidad del proyecto. Sin embargo, esta plataforma presenta sus limitaciones a la hora de implementar el flujo de entrada planificado en un principio, como se muestra en el apartado “Descripción del LDRV”. Aquí, se tuvo que utilizar un sistema de enlaces de acceso personal.

Para facilitar el sistema de acceso, se planteó el uso de una adaptación del archivo WebGL generado en Unity a un formato SCORM para ser implementado directamente en el aula Moodle. Sin embargo, esto resultó infructuoso, no pudiendo hacer que se ejecutase adecuadamente. Finalmente se solventó esta situación implementando el archivo WebGL directamente en Wordpress, a través de la página del Taller de Ingeniería en Diseño Industrial Las Cocinas, teniendo una pantalla previa de introducción de contraseña única para todos los alumnos. Esto permitía conectar el laboratorio al resto de materiales didácticos incluidos en el aula Moodle de la asignatura y tener una capa más de seguridad.

Con esto, se busca dar accesibilidad a la vez que se mantiene el control del acceso a las diferentes versiones del LDRV por parte de los estudiantes. Estas últimas dos etapas del proceso son reiterativas en el tiempo, siendo un proceso continuo de actualización y mejora. Del mismo modo, se han de tener en cuenta las actualizaciones de los programas utilizados, como es el caso de Unity, que recientemente ha publicado Unity 6 y han descubierto una falla de seguridad de las versiones anteriores [14].

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

A continuación, se muestra la interpretación de los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto. Se hará un breve análisis de estos, se discutirá su problemática y se mostrarán los caminos abiertos para su desarrollo a futuro.

4.1 Análisis

Un análisis breve de las respuestas obtenidas en los cuestionarios muestra que los estudiantes tienen percepciones consistentes sobre el propósito y el valor del LDRV. En general, consideran que su uso previo a las sesiones presenciales contribuye a aumentar la confianza al operar equipos reales. Aunque no se observaron diferencias significativas entre los grupos que utilizaron el LDRV en distintos momentos, algunos inconvenientes técnicos afectaron la experiencia. La baja participación en los cuestionarios posteriores (posiblemente atribuida a su carácter voluntario e independiente) limitó la tasa global de respuesta.

4.2 Discusión

De entre todos los limitantes que puede tener un LDRV, uno de los más importantes son los problemas técnicos. El pulido del gemelo digital y su correspondencia con el sistema real que pretende imitar es esencial para su eficacia. Este puede presentar diferentes niveles de iconicidad con respecto a una representación realista, según los objetivos que se tengan, pero grandes desviaciones con respecto a las situaciones reales (como errores o “bugs”) pueden romper la inmersión y hacer que el usuario pierda confianza con respecto de la formación recibida. Ningún entorno virtual es perfecto, pero los detalles son importantes en este tipo de proyectos, por lo que se debe proponer un LDRV con un planteamiento adecuado para el personal, recursos y tiempo disponible.

Conseguir un diseño gráfico adecuado y una experiencia de usuario entretenida es también uno de los factores a tener en cuenta para mantener el interés de los estudiantes. Plantear experimentos que capten su atención y sean efectivos a nivel didáctico es otro de los factores de éxito en el proyecto. Igualmente, se ha de ver la accesibilidad del producto final, sobre todo en la carga informática, no debiendo ser el hardware disponible una limitación para los estudiantes dentro de un margen razonable.

4.3 Líneas futuras

En este apartado se expondrán la continuación planteada para el proyecto.

4.3.1 Mejora de la interactividad

Se plantea añadir más acciones posibles con la máquina, como un proceso de encendido y apagado realista, la posibilidad de abrir la parte trasera donde se encuentra el tubo de CO₂ que genera el láser o la posibilidad en circunstancias concretas de tener que accionar la seta de parada de emergencia. Otros detalles por añadir podrían ser elementos de la interfaz que explicasen con mayor detalle la fenomenología física de la máquina, como puede ser los efectos de los cambios en la distancia focal del cabezal en el láser, o la generación de este mismo en el tubo de CO₂.

4.3.2 Personalización

Este punto pretende conseguir una mayor implicación del estudiante mediante la realización de una geometría propia a través del gemelo digital. De esta forma, el alumno crearía una figura con un programa de diseño vectorial, como Adobe Illustrator o Inkscape, con la condición de ser poligonal, lo exportaría como un archivo SVG y lo introduciría dentro del LDRV. De esta forma, el programa podría interpretar la geometría y realizarla, dando pie a un mayor número de actividades didácticas. También se podría plantear la lectura de otro tipo de archivo más relacionados con el CAD, como los DXF.

4.3.3 Inteligencia artificial

En este apartado se habla de la posible implementación de la inteligencia artificial mediante “Deep learning” en el LDRV. Como se expondrá a continuación, esta podría dar una mayor riqueza en su uso, dado a su capacidad para imitar comportamientos no lineales. Del mismo modo, puede servir para procesar el comportamiento del usuario de forma más detallada, ofreciendo una retroalimentación tanto al estudiante como al profesor. Ambos modelos se pueden implementar en Unity mediante un paquete llamado “barracuda” [15], diseñando los modelos en Python a través de alguna de sus bibliotecas más conocidas para este propósito, como pueden ser Pytorch o Tensorflow.

Comportamiento de la máquina

A partir de diferentes “inputs”, como pueden ser la distancia focal, la velocidad de corte o la potencia, entre otros posibles parámetros a implementar en un futuro, se pueden generar diferencias en los resultados obtenidos. Como en el estado actual del LDRV no se puede detectar estas diferencias, se podría implementar una continuación al terminar el proceso de corte, donde se visualizaría la pieza con diferentes acabados en el corte, o incluso fallos e imperfecciones. Otras posibilidades podrían ser contemplar la posibilidad de obtención de errores en el funcionamiento de la máquina que obligasen al usuario a accionar la seta de emergencia.

La base de datos necesaria para entrenar al modelo se podría obtener mediante una recopilación de los “inputs” y “outputs” generados por la máquina real en un periodo de tiempo determinado.

Análisis del usuario

De forma parecida al comportamiento de la máquina, se podría establecer una serie de parámetros medibles durante el uso del LDRV (tiempo de uso, número de desplazamientos en el espacio virtual, número de “clicks”, tiempo de actuación desde que ocurre un error hasta que se actúa, etc.), con los que el modelo de “Deep learning” sea capaz de evaluar el rendimiento del alumno durante el uso del LDRV. Este podría ofrecer una nota al final de cada uso y recomendaciones prefijadas. El modelo se entrenaría a partir de una base de datos generados con el registro de la actividad de un grupo focal de alumnos sobre los cuales, un conjunto de profesores consensue una evaluación estándar.

Otra posibilidad es la integración de un LLM (“large language model”) externo como puede ser ChatGPT o Deepseek mediante una API (“application programming interface”) que permita generar recomendaciones más personalizadas para cada usuario.

4.3.4 Integración con otras actividades didácticas

Otro posible añadido es idear nuevas formas de acceso, integrando el LDRV en otros materiales didácticos. Uno de ellos, recientemente ideado en la EIIC, es la propuesta de una actividad digital de fomento de las disciplinas STEAM desarrollado en la plataforma educativa de Minecraft. En él se llevan a cabo diferentes acciones dentro del contexto del

juego que se pueden extrapolar a tecnologías de fabricación real. De esta manera, se podría introducir un enlace que conectase esta actividad con el LDRV.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A pesar de las limitaciones del LDRV testado, como primer acercamiento para la implantación de un material educativo como este en la EIIC, se considera un caso de éxito. Se ha podido obtener información valiosa sobre la reacción del estudiantado a esta clase de innovaciones en el plan didáctico, marcado una hoja de ruta para un futuro. Se espera que esta clase de iniciativas inspire más proyectos como este en un futuro, promoviendo la renovación y la innovación en la educación superior, ya sea tanto en ingeniería como en el resto de las áreas de conocimiento.

Como recomendaciones básicas se expone lo siguiente: se diría principalmente que se intente enfocar esta clase de materiales formativos hacia la tecnología web, dado su gran potencial en cuanto a accesibilidad; de igual modo se recomienda hacer una buena valoración de las herramientas de software necesarias para los propósitos del proyecto, planteando los pros y contras de usar alguno de los tres motores de videojuegos más usados en el mercado: Unity, Unreal o Godot.

REFERENCIAS

1. P. González-Suárez, J. A. González-Medina, P. M. Hernández-Castellano, y R. E. Araña Suárez, «Propuesta de implementación de Laboratorios Docentes Remotos Virtuales para la mejora de la Educación en Ingeniería de los Procesos de Fabricación», en *Realidad extendida: Nuevas tecnologías en la mejora de la docencia*, en *Via Docendi*, no. 5. , Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica, 2024. doi: 10.20420/1786.2024.745.
2. P. González-Suárez, J. A. González-Medina, y P. M. Hernández-Castellano, «Laboratorio Remoto Docente Virtual del proceso de corte y grabado láser», en *Educación, Creatividad e Inteligencia Artificial: nuevos horizontes para el Aprendizaje*. Actas del VIII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación. CINAIC 2025 (11-13 de Junio de 2025, Madrid, España), M. L. Sein-Echaluce, A. Fidalgo-Blanco, y F. J. García-Peñalvo, Eds., Servicio de Publicaciones Universidad de Zaragoza, 2025. doi: 10.26754/uz.978-84-10169-60-9.
3. I. N. D. Silva, J. García-Zubía, U. Hernández-Jayo, y J. B. D. M. Alves, «Extended Remote Laboratories: A Systematic Review of the Literature From 2000 to 2022», *IEEE Access*, vol. 11, pp. 94780-94804, 2023, doi: 10.1109/ACCESS.2023.3271524.
4. B. I. Chigbu y S. L. Makapela, «AI in education, sustainability, and the future of work: An integrative review of industry 5.0, education 5.0, and work 5.0», *J. Open Innov. Technol. Mark. Complex.*, vol. 11, n.o 4, p. 100645, dic. 2025, doi: 10.1016/j.joitmc.2025.100645.
5. J. Lee, H. Davari, J. Singh, y V. Pandhare, «Industrial Artificial Intelligence for Industry 4.0-based Manufacturing Systems», *Manuf. Lett.*, vol. 18, sep. 2018, doi: 10.1016/j.mfglet.2018.09.002.
6. P. Boghossian, «Behaviorism, Constructivism, and Socratic Pedagogy», *Educ. Philos. Theory*, vol. 38, n.o 6, pp. 713-722, ene. 2006, doi: 10.1111/j.1469-5812.2006.00226.x.
7. D. A. N. Solórzano, «Active Methodologies in the Classrooms», *Int. J. Psychosoc. Rehabil.*, vol. 24, n.o 5, pp. 5918-5928, may 2020, doi: 10.37200/IJPR/V24I5/PR2020566.
8. A. A. Tawfik, J. Gatewood, J. J. Gish-Lieberman, y A. J. Hampton, «Toward a Definition of Learning Experience Design», *Technol. Knowl. Learn.*, vol. 27, n.o 1, pp. 309-334, mar. 2022, doi: 10.1007/s10758-020-09482-2.
9. N. Glaser, D. AlZoubi, Y. Earnshaw, E. L. Shaffer, y M. Yang, «Formative Design and Development of a Three-Dimensional Collaborative Virtual Learning Environment Through Learning Experience Design Methods», *J. Form. Des. Learn.*, vol. 6, n.o 2, pp. 63-76, nov. 2022, doi: 10.1007/s41686-022-00072-2.
10. R. Zamora-Musa, «Laboratorios Remotos: Actualidad y Tendencias Futuras», *Sci. Tech.*, vol. 2, pp. 113-118, ene. 2012.
11. L. E. Argota Vega y B. Bron Fonseca, «Estudio sobre evaluación de competencias en la Plataforma de Laboratorios Remotos», vol. 12, 2019.
12. C. Terkowsky, S. Frye, y D. May, «Online engineering education for manufacturing technology: Is a remote experiment a suitable tool to teach competences for “Working 4.0”?», *Eur. J. Educ.*, vol. 54, n.o 4, pp. 577-590, dic. 2019, doi: 10.1111/ejed.12368.
13. «Goal 4 | Department of Economic and Social Affairs». Accedido: 7 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://sdgs.un.org/goals/goal4>

14. «Unity Security Vulnerability: Developer Remediation Guide», Unity. Accedido: 9 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://unity.com/security/sept-2025-01/remediation>
15. «Introduction to Barracuda | Barracuda | 1.0.4». Accedido: 9 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://docs.unity3d.com/Packages/com.unity.barracuda@1.0/manual/index.html>

Resultados de aprendizaje de propuesta educativa basada en el uso del software libre de simulación para la enseñanza de motores de combustión interna alternativos en grados de ingeniería.

Jorge A. Valencia Santana^a, Juan Carlos Lozano Medina^a, Carlos A. Mendieta Pino^b, Federico León Zepa^b, and Alejandro Ramos Martín^a

^aUniversidad de Las Palmas de Gran Canaria. Departamento de Ingeniería de Procesos, Campus Universitario de Tafira, Las Palmas de Gran Canaria (35017), España

^bUniversidad de Las Palmas de Gran Canaria. Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Naturales (iUNAT), Campus Universitario de Tafira, Las Palmas de Gran Canaria (35017), España

ABSTRACT

En este trabajo se presentan los resultados de una propuesta educativa orientada a la enseñanza y el aprendizaje de los motores de combustión interna alternativos (MCIA) en titulaciones de ingeniería, fundamentada en la aplicación del software libre de simulación *Diésel-RK* como herramienta de análisis termodinámico del ciclo completo y de optimización de parámetros geométricos, indicativos y efectivos. La iniciativa se ha evaluado a lo largo de tres cursos académicos consecutivos del grado de Ingeniería Mecánica -uno previo a su introducción, el de presentación y el de implantación definitiva-, lo que ha permitido valorar su impacto en la formación de competencias específicas en el área de máquinas y motores térmicos y en los resultados de aprendizaje. La metodología combina la modelización computacional con actividades prácticas de laboratorio y diversos instrumentos de evaluación, enmarcando la experiencia en un proceso de aprendizaje colaborativo, activo y significativo. En conjunto, la propuesta evidencia el potencial de las herramientas de simulación como recurso pedagógico innovador, capaz de favorecer la comprensión profunda de los principios termodinámicos y constructivos de los MCIA y de consolidar así la dimensión aplicada del conocimiento en estudios de grado en ingeniería, con posible transferencia a otros niveles formativos que deberá ser evaluada en trabajos futuros.

Keywords: Resultados de aprendizaje, simulación, Diésel-RK, MCIA, ingeniería industrial.

1. INTRODUCCIÓN

Los motores de combustión interna alternativos (MCIA) han sido, durante décadas, el corazón de innumerables aplicaciones industriales y de transporte. Su fiabilidad, amplio rango de potencias y capacidad para operar con distintos tipos de combustible le han permitido consolidar su papel como una de las tecnologías más versátiles y esenciales en el ámbito energético y en el de la ingeniería mecánica [1, 2]. En el contexto actual, marcado por la búsqueda de sistemas sostenibles y el desarrollo de combustibles neutros en emisiones, estos motores afrontan una nueva etapa de transformación. Comprender los factores que condicionan su diseño y rendimiento se convierte, por tanto, en una competencia estratégica para los futuros profesionales de la ingeniería.

Bajo esta premisa, se comenzó a diseñar una propuesta educativa orientada al aprendizaje activo de los principios de diseño y funcionamiento de los MCIA, tomando como eje el uso del software libre *Diésel-RK*. Este programa permite simular el ciclo termodinámico completo de un motor, considerando los cilindros como sistemas abiertos e incorporando modelos avanzados de combustión, emisiones y transferencia de calor [3, 4]. Además, posibilita la optimización de parámetros geométricos y funcionales, la sincronización de válvulas, la gestión de la recirculación de gases de escape (EGR), el acoplamiento con turbocompresores y la modificación de los parámetros de inyección de combustible, entre otros. Su carácter abierto y su compatibilidad con plataformas como *Simulink*

E-mail: jorge.valencia.santana@ulpgc.es

lo convierten en un recurso de gran valor tanto para la docencia como para la investigación aplicada [5–10]. Esta experiencia tiene su origen en el trabajo previo desarrollado por Lozano et al. [11] en el que se introdujo el software *Diésel-RK* como herramienta formativa. Dicho trabajo demostró la utilidad del simulador termodinámico para favorecer la comprensión de los fundamentos de los MCIA y optimizar sus parámetros en un entorno de aprendizaje guiado. El presente estudio analiza esa propuesta desde una perspectiva longitudinal, en la que se han incorporado nuevos instrumentos de evaluación y un seguimiento sistemático del desempeño académico durante el curso de implantación de la experiencia.

Siguiendo el planteamiento inicial de Lozano y su equipo, la asignatura *Diseño de Equipos y Sistemas Térmicos*, correspondiente al tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica, se consolidó como el escenario principal de aplicación de la presente propuesta. Aunque su metodología podría extrapolarse a otros niveles formativos, el enfoque adoptado se centra en el aprendizaje práctico y reflexivo característico del nivel de grado. Antes de la implementación, el alumnado contaba únicamente con nociones básicas sobre los parámetros y ciclos de funcionamiento de un MCIA. La integración del software permitió profundizar en la comprensión de la interacción entre variables geométricas, funcionales y operativas, promoviendo una visión más global del diseño y el rendimiento del motor.

La metodología combina actividades prácticas en laboratorio apoyadas con el software, la elaboración de informes técnicos, el montaje y desmontaje de un MCIA y la aplicación de cuestionarios de evaluación inicial y final. Todo ello se enmarca en un enfoque de aprendizaje activo, reflexivo y colaborativo, donde el alumnado asume un papel protagonista en su proceso formativo y vincula la teoría con la simulación de situaciones reales de diseño y optimización.

Diversas investigaciones han evidenciado el valor pedagógico de los entornos de simulación en la enseñanza de la ingeniería, al facilitar la comprensión de sistemas complejos y ofrecer al alumnado la posibilidad de experimentar con variables de diseño en contextos controlados. El uso de estas herramientas de simulación favorece el aprendizaje activo, la toma de decisiones fundamentadas y el desarrollo de competencias transversales asociadas al análisis y la resolución de problemas. Por ejemplo, en el ámbito de la ingeniería térmica, programas como *MATLAB/Simulink*, *GT-Power* o *ANSYS* han demostrado su eficacia en la integración de teoría y práctica mediante la modelización de procesos reales [12, 13]. En este contexto, la incorporación de *Diésel-RK* como herramienta de simulación amplía dichas posibilidades, al permitir la modelización termodinámica completa del motor y fomentar un aprendizaje basado en la experimentación y la interpretación crítica de resultados.

El presente análisis constituye la evolución natural de la propuesta, desarrollada y adaptada en el marco de los Proyectos de Innovación Educativa para la Formación Interdisciplinar (PIEFI), Línea 3: Contenidos y programas de formación. Asimismo, se integra en la continuidad de los proyectos de innovación docente de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria que se han ido presentado desde 2022 hasta la fecha:

- *Laboratorios como entornos de trabajo para el aprendizaje activo y colaborativo mediante el diseño, desarrollo, construcción, utilización y rediseño de equipos y dispositivos para su aplicación en las prácticas.* (PIE 2022-60).
- *Aplicación de técnicas de aprendizaje activo y colaborativo en laboratorios como entornos de trabajo. Diseño, desarrollo y adaptación de equipos para su aplicación en sesiones de prácticas.* (PIE 2023-60).
- *Mejora del aprendizaje colaborativo en entornos de laboratorio mediante el uso de gemelo digital (Unilab)* (PIE-INT-2024-29).

y que continúa en el proyecto *Mejora del Aprendizaje colaborativo en entornos de laboratorio mediante la integración de simulación e Inteligencia Artificial (SIMULAB-IA)*. (PIE-INT-2025-07).

2. METODOLOGÍA

2.1 Contexto educativo y participantes.

La experiencia se desarrolló en la asignatura *Diseño de Equipos y Sistemas Térmicos*, impartida en el tercer curso del Grado en Ingeniería Mecánica en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Se trata de una materia obligatoria de 4,5 créditos ECTS, integrada en el primer semestre, cuyo propósito es que el

alumnado adquiriera los fundamentos teóricos y prácticos necesarios para el análisis, cálculo y diseño de equipos y sistemas térmicos [1,2]. Entre las competencias específicas asociadas se encuentran el conocimiento aplicado de la ingeniería térmica (MTEM3) y el conocimiento de los fundamentos de los sistemas y máquinas fluido-mecánicas (MTEM6).

La propuesta se llevó a cabo con una media de 45 estudiantes por curso, distribuidos en seis grupos de trabajo de siete alumnos cada uno. En total, participaron 55 estudiantes en el curso 2022-2023 (previo a la propuesta), 42 en el curso 2023-2024 (año de presentación de la propuesta) y 45 en el curso 2024-2025 (año de implantación definitiva). Desde el inicio del semestre, se explicó al alumnado la estructura del proyecto, su vinculación con la asignatura y la importancia de las actividades prácticas. Durante todo el proceso, los estudiantes contaron con sesiones presenciales guiadas, tutorías personalizadas y asistencia remota a través de la plataforma *Microsoft Teams* y correo electrónico institucional [14-17].

2.2 Diseño y desarrollo de la propuesta formativa.

El diseño metodológico se basó en un enfoque de aprendizaje activo y aplicado [14-17], en el que el estudiante asume un rol protagonista en su proceso formativo. El objetivo principal fue integrar la teoría del funcionamiento de los motores de combustión interna alternativos (MCIA) con la práctica de simulación y análisis mediante el software libre *Diésel-RK*, favoreciendo la comprensión de los procesos termodinámicos que determinan el rendimiento, la potencia y la eficiencia de los motores [5-9].

La propuesta se estructuró en cinco fases secuenciales:

1. Cuestionario inicial (1 hora): diagnóstico de los conocimientos previos del alumnado sobre el ciclo y la distribución de los MCIA.
2. Sesiones de laboratorio (8 horas): explicación teórico-práctica del funcionamiento de los motores, con especial atención a las nociones de seguridad, desmontaje y montaje de componentes, e identificación de elementos constructivos.
3. Simulación en *Diésel-RK* (2 horas): introducción al entorno del programa, configuración de un motor diésel turboalimentado de cuatro tiempos y análisis de los parámetros geométricos y funcionales.
4. Cuestionario final (1 hora): evaluación de los conocimientos adquiridos sobre el software y los principios de simulación.
5. Elaboración de informes (8 horas): redacción de dos informes: el primero centrado en la guía de desmontaje y montaje del motor y el segundo en la simulación termodinámica, con interpretación de resultados, discusión y conclusiones.

Estas actividades, con un total de 18 horas de trabajo directo y autónomo, se desarrollaron desde el inicio del semestre, garantizando la conexión progresiva entre los contenidos teóricos impartidos en clase y su aplicación práctica.

2.3 Actividades formativas y herramientas empleadas.

Las actividades se diseñaron combinando clases teóricas, prácticas de laboratorio, tutorías y trabajo autónomo, tal y como se recoge en la guía docente de la asignatura. El manejo y la familiarización con *Diésel-RK* fue la columna vertebral del aprendizaje, permitiendo al alumnado modelar el ciclo termodinámico de un motor de combustión interna alternativo (MCIA) y analizar la influencia de parámetros como la relación de compresión, la presión media efectiva o la sincronización de válvulas de los motores que habían previamente desmontado y montado en el laboratorio. El programa, desarrollado por la Bauman Moscow State Technical University, se instala y descarga desde el sitio web oficial (www.diesel-rk.bmstu.ru), permitiendo posteriormente trabajar de forma remota mediante conexión al servidor externo a través de Internet. Esta herramienta ofrece un entorno de simulación termodinámica avanzado que reproduce el comportamiento de motores de combustión diésel y gasolina con diferentes configuraciones geométricas, tipos de inyección y condiciones de operación, lo que favorece la comprensión experimental de los procesos de combustión, transferencia de calor y rendimiento [3, 4].

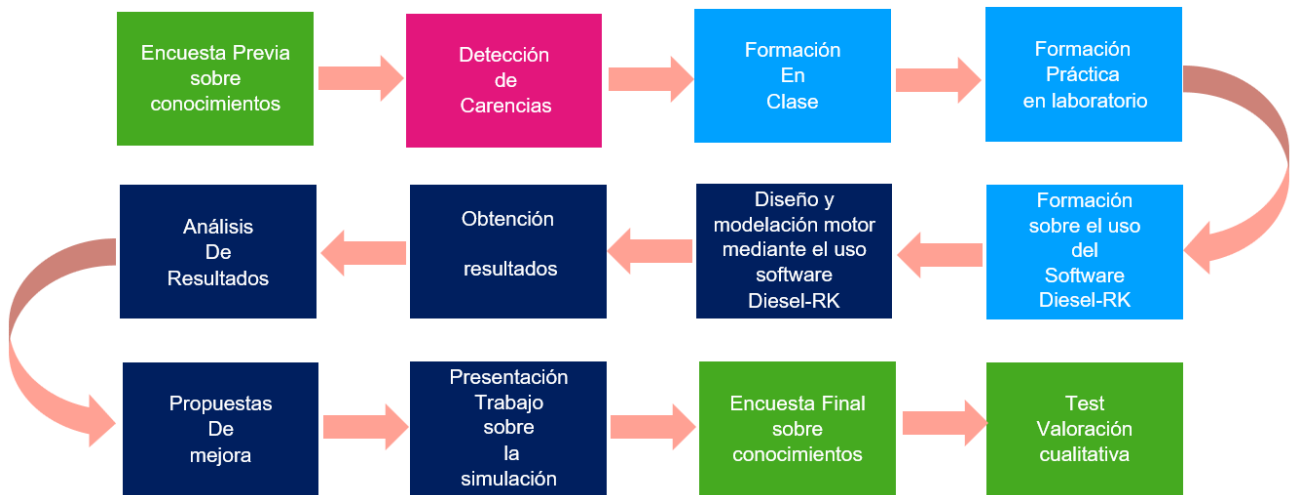


Figura 1. Esquema general del proceso de aprendizaje propuesto.

El alumnado trabajó de forma cooperativa, distribuyéndose las tareas según roles técnicos -análisis de datos, redacción de informes y supervisión de montaje-, mientras que el profesorado guió todo el proceso, asegurando la correcta comprensión del modelo y el uso seguro de los equipos de laboratorio. Además, las sesiones fueron complementadas con materiales didácticos, guías técnicas, vídeos demostrativos y manuales del software [14–16]. La experiencia se integró plenamente en la línea de innovación docente PIEFI – Línea 3: Contenidos y programas de formación, formando parte de los proyectos *Laboratorios como entornos de trabajo para el aprendizaje activo y colaborativo* (PIE 2022-60), *Aplicación de técnicas de aprendizaje activo y colaborativo en laboratorios como entornos de trabajo* (PIE 2023-60) [11] y *Mejora del aprendizaje colaborativo en entornos de laboratorio mediante el uso de gemelo digital (Unilab)*. (PIE-INT-2024-29).

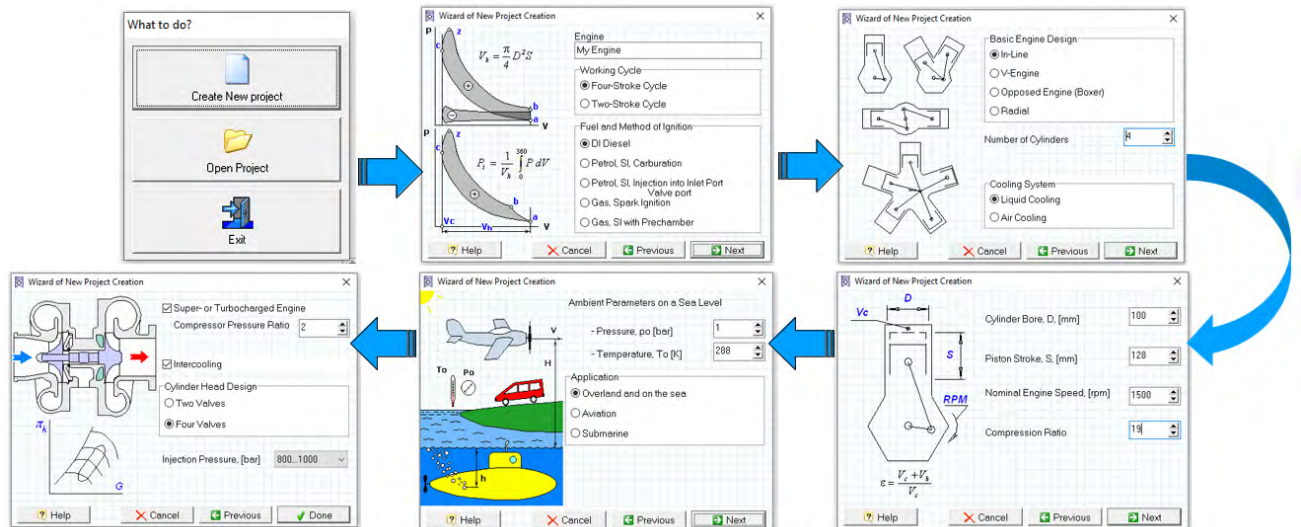


Figura 2. Secuencia de configuración inicial de un proyecto en Diesel-RK.

2.4 Evaluación y análisis de datos.

La evaluación del aprendizaje se llevó a cabo de forma continua, siguiendo los criterios establecidos en la guía docente. Se consideraron tanto los indicadores globales de rendimiento académico -número de matriculados,

aprobados, suspensos y abandonos- como los resultados específicos del curso de implantación, basados en cuestionarios, informes y examen final.

El cuestionario inicial permitió identificar el nivel de partida del alumnado, mientras que el cuestionario final midió la asimilación de los conceptos teóricos y prácticos relacionados con el funcionamiento de los motores y el uso del programa. Los informes técnicos, por su parte, evaluaron la capacidad de análisis, la aplicación del modelo de simulación y la interpretación de los resultados.

La calificación de cada instrumento se realizó en base a rúbricas diseñadas por el equipo docente, asegurando la coherencia con los objetivos de aprendizaje y la progresión de competencias. El conjunto de las actividades constituyó un componente esencial dentro del marco de evaluación continua de la asignatura, favoreciendo el aprendizaje activo y la reflexión sobre el propio proceso formativo [14–17].

Finalmente, el análisis comparativo de los tres cursos académicos (2022-2023, 2023-2024 y 2024-2025) permitió valorar la evolución del rendimiento académico y el impacto de la propuesta en la motivación y desempeño del alumnado [11, 15, 16]. Los resultados obtenidos evidencian una mejora progresiva en la implicación y autonomía de los estudiantes, así como un incremento en la calidad de los informes y la precisión en la interpretación de las simulaciones.

3. RESULTADOS

3.1 Evolución del rendimiento académico.

El análisis longitudinal realizado entre los cursos 2022-2023, 2023-2024 y 2024-2025 permite observar una evolución progresiva tanto en el rendimiento académico del alumnado como en su grado de participación en las actividades formativas. En la Fig. 3 se integran los principales indicadores de rendimiento -número de estudiantes aprobados, suspensos y abandonos- junto con la nota media final de cada curso. Esta representación permite apreciar de manera conjunta la tendencia general observada a lo largo del periodo analizado.

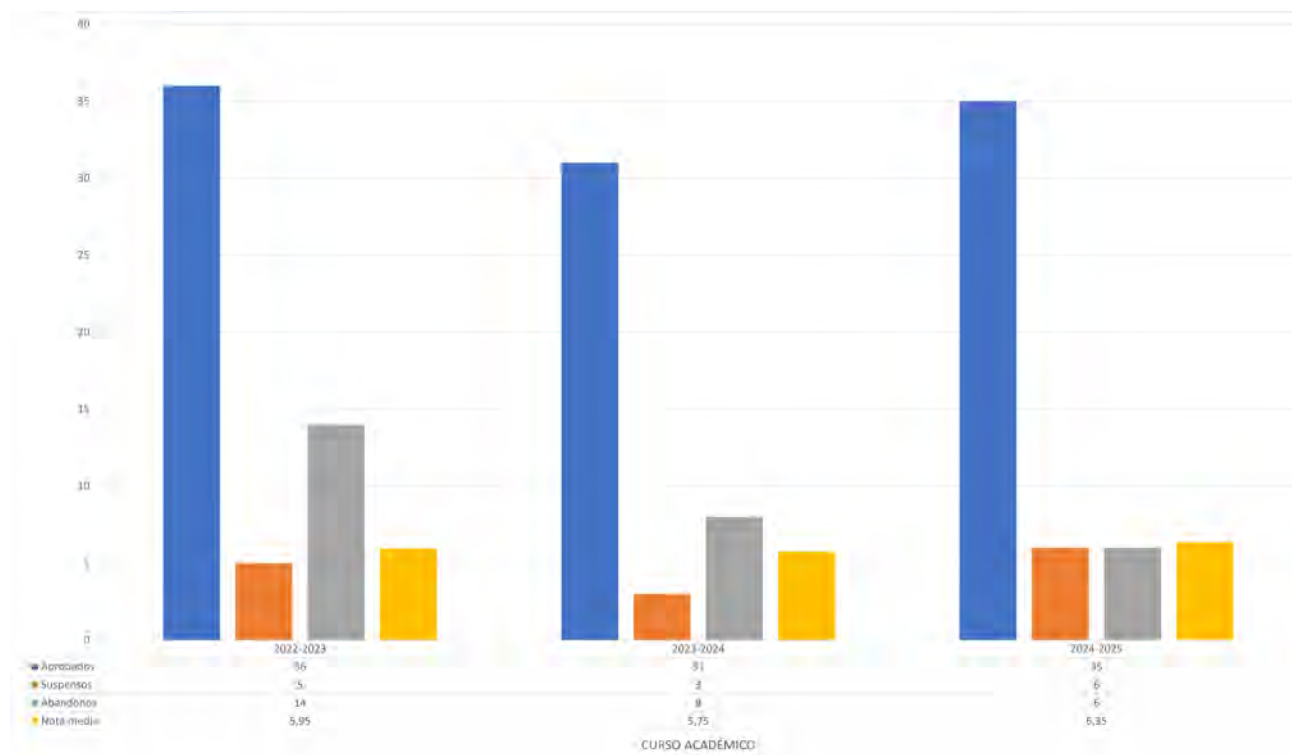


Figura 3. Evolución del rendimiento académico y nota media (2022–2025).

Los resultados evidencian una mejora global en el rendimiento académico, especialmente durante el curso 2024-2025, coincidiendo con la implantación definitiva de la propuesta basada en el uso de *Diésel-RK*. Se observa un incremento sostenido de la nota media y una reducción significativa del abandono (del 25% en 2022-2023 al 9% en 2024-2025), lo que refleja una mayor implicación del alumnado y un mejor aprovechamiento de las sesiones prácticas y de simulación. Asimismo, el número de aprobados se mantiene estable, aunque con una tendencia ascendente en la calificación media, lo que sugiere una mejora cualitativa más que cuantitativa. Este resultado es coherente con la consolidación del aprendizaje activo, el trabajo colaborativo y el acompañamiento tutorial implementado durante el proceso.

3.2 Resultados específicos del curso 2024-2025.

Durante el curso de implantación definitiva, se aplicaron instrumentos de evaluación específicos que permitieron analizar de manera más precisa la adquisición de competencias y el progreso del alumnado. En la Tab.1 se recogen las calificaciones medias obtenidas en cada una de las actividades.

Tabla 1. Resultados de los instrumentos de evaluación específicos (curso 2024-2025).

Instrumento de evaluación	Descripción breve	Nota media
Cuestionario inicial	Conocimientos previos sobre MCIA	6,2
Cuestionario final	Manejo del software Diésel-RK y conceptos MCIA	9,4
Informe de guía de montaje	Análisis constructivo del motor	8,5
Informe de simulación	Modelización termodinámica en Diésel-RK	7,8
Examen final	Evaluación global de la asignatura	6,4

Los resultados del cuestionario final evidencian una mejora significativa en la comprensión de los conceptos simulados. Este progreso confirma la efectividad del enfoque práctico y del manejo del software como herramienta didáctica, ya que los estudiantes fueron capaces de trasladar los conocimientos teóricos a la simulación de un motor real.

Los informes de montaje y simulación alcanzaron calificaciones medias elevadas, superiores a 7,5 puntos, lo que indica un dominio satisfactorio tanto en los aspectos técnicos como en la capacidad de análisis crítico. Además, el informe de montaje obtuvo la valoración más homogénea, evidenciando un aprendizaje cooperativo equilibrado entre los grupos [14–16].

3.3 Discusión de resultados.

La comparación entre los tres cursos académicos muestra una evolución positiva asociada a la implantación progresiva de la propuesta educativa, tanto en términos de rendimiento como de compromiso del alumnado [11]. La reducción de los abandonos, junto con la mejora en la nota media y la elevada participación en los informes técnicos, son indicadores claros de un aprendizaje más activo y motivador.

El uso del software de simulación ha contribuido a fortalecer la conexión entre teoría y práctica, permitiendo que el estudiante visualice los efectos de cada parámetro del motor sobre su rendimiento. Esta experiencia ha favorecido no solo la comprensión de los procesos termodinámicos, sino también el desarrollo de competencias transversales como el trabajo en equipo, la redacción técnica y la resolución de problemas.

Por otra parte, la combinación de actividades presenciales, tutorías y apoyo remoto ha facilitado una mayor autonomía del alumnado y una relación docente/estudiante más cercana, lo que se traduce en un clima de aprendizaje colaborativo y continuo. En conjunto, los resultados refuerzan la idea de que la integración de herramientas de simulación de código abierto, junto con metodologías activas, constituye un modelo eficaz y transferible a otras asignaturas del ámbito de la ingeniería.

Sin embargo, debe considerarse que los indicadores utilizados en este análisis -número de aprobados, suspensos, abandonos y nota media- ofrecen una visión parcial del impacto formativo de la propuesta. Estos parámetros reflejan el progreso académico institucional, pero no recogen otros factores que pueden influir en el rendimiento,

como las circunstancias personales, el contexto socioeconómico o la motivación individual del alumnado. Aún con estas limitaciones, los resultados constituyen una base verificable para valorar la evolución del aprendizaje en el marco de la implantación de la propuesta educativa.

4. CONCLUSIONES

La experiencia desarrollada ha permitido constatar una mejora sostenida en el rendimiento académico del alumnado y una mayor implicación en las actividades prácticas y de simulación. Asimismo, el programa *Diésel-RK* se ha consolidado como un recurso didáctico eficaz para la enseñanza de los motores de combustión interna alternativos (MCIA), al facilitar la comprensión de su comportamiento termodinámico y de las variables que condicionan su diseño y funcionamiento. Asimismo, la propuesta ha contribuido a integrar el aprendizaje teórico con la experimentación práctica, potenciando el desarrollo de competencias técnicas y transversales en el ámbito de la ingeniería térmica.

Debe señalarse, no obstante, que los indicadores empleados -número de aprobados, suspensos, abandonos y nota media- se limitan a los datos académicos disponibles a nivel institucional. Aunque el rendimiento del alumnado puede verse influido por factores externos, estos aspectos quedan fuera del alcance de la presente investigación. El objetivo se ha centrado, por tanto, en analizar la evolución de los resultados académicos asociados a la implementación de la propuesta educativa, dentro de los márgenes de información accesibles a la universidad. En futuras investigaciones, se plantea complementar este análisis con instrumentos cualitativos, como encuestas de satisfacción o entrevistas a los estudiantes, que permitan incorporar la percepción y experiencia estudiantil en la evaluación del impacto formativo.

Los datos obtenidos confirman que la incorporación de herramientas de simulación en el aula contribuye significativamente a la comprensión de los principios de funcionamiento y optimización de los MCIA. El alumnado ha mostrado una mejora notable en la asimilación de conceptos complejos, en la capacidad de análisis técnico y en la interpretación crítica de resultados, especialmente durante el curso de implantación definitiva.

Del mismo modo, la combinación de sesiones presenciales, tutorías personalizadas y acompañamiento remoto ha favorecido la autonomía de los estudiantes y un aprendizaje más reflexivo, colaborativo y orientado a la práctica. El modelo metodológico aplicado se ha mostrado eficaz para fortalecer competencias específicas en el área de máquinas y motores térmicos, además de potenciar habilidades transversales como el trabajo en equipo, la comunicación técnica y el uso de herramientas digitales avanzadas.

Desde la perspectiva docente, esta experiencia confirma la validez de integrar software libre de simulación en el proceso formativo, tanto por su potencial didáctico como por su accesibilidad y adaptabilidad a diferentes niveles educativos. Los resultados respaldan la continuidad y ampliación de esta propuesta a otras asignaturas del ámbito de la ingeniería industrial, así como su posible implementación en programas de máster o doctorado. En conjunto, este trabajo demuestra que la innovación educativa basada en entornos de laboratorio y simulación puede convertirse en un eje transformador de la enseñanza técnica universitaria, al conectar de manera efectiva la teoría con la práctica y situar al estudiante en el centro del proceso de aprendizaje.

Financiación: Este proyecto es financiado en parte por los fondos europeos Next Generation EU (NGEU) bajo el “Real Decreto 641/2021, de 27 de julio, por el que se regula la concesión directa de subvenciones a universidades públicas españolas para la modernización y digitalización del sistema universitario español en el marco del plan de recuperación, transformación y resiliencia (UNIDIGITAL) - Proyectos de Innovación Educativa para la Formación Interdisciplinar (PIEFI), Línea 3: Contenidos y programas de formación. Asimismo, se integra en la continuidad de los proyectos de innovación docente de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria que se han ido presentado desde 2022 hasta la fecha:

- *Laboratorios como entornos de trabajo para el aprendizaje activo y colaborativo mediante el diseño, desarrollo, construcción, utilización y rediseño de equipos y dispositivos para su aplicación en las prácticas.* (PIE 2022-60).
- *Aplicación de técnicas de aprendizaje activo y colaborativo en laboratorios como entornos de trabajo. Diseño, desarrollo y adaptación de equipos para su aplicación en sesiones de prácticas.* (PIE 2023-60).

- *Mejora del aprendizaje colaborativo en entornos de laboratorio mediante el uso de gemelo digital (Unilab)* (PIE-INT-2024-29).

y que continúa en el proyecto *Mejora del Aprendizaje colaborativo en entornos de laboratorio mediante la integración de simulación e Inteligencia Artificial (SIMULAB-IA)*. (PIE-INT-2025-07).

AGRADECIMIENTOS

Queremos expresar nuestro más sincero agradecimiento a todos los estudiantes que participaron en esta experiencia. Cabe destacar que su proactividad, entusiasmo y dedicación han sido el engranaje conductor que ha impulsado el desarrollo y éxito de este trabajo.

De igual forma, queremos reconocer y valorar profundamente el compromiso del equipo docente, cuya experiencia, guía y apoyo constante han sido imprescindibles para que esta propuesta se llevara a cabo con éxito y lograra el impacto esperado.

Todo este esfuerzo conjunto ha sido primordial para alcanzar los resultados presentados en este artículo, y por ello les estamos profundamente agradecidos.

REFERENCES

- [1] Heywood, J. B., [*Internal Combustion Engine Fundamentals*], McGraw-Hill (2018).
- [2] Stone, R., [*Introduction to Internal Combustion Engines*], Palgrave Macmillan (2012).
- [3] Noor, C. W. M. and Hafizuddin, M., “Analysing the impact of various diesel types on the performance and emissions of marine diesel engines using diesel-rk software,” *Universiti Malaysia Terengganu Journal of Undergraduate Research* **7**(1), 16–26 (2025).
- [4] Shah, S. and Patel, N., “Optimizing diesel engine combustion performance and emissions with diesel-rk software simulation,” *Journal of Mines, Metals and Fuels* **73**(7), 2221–2231 (2025).
- [5] Kuleshov, A., [*Diesel-RK Software for Engine Simulation and Optimization*], Bauman Moscow State Technical University (2020).
- [6] Kuleshov, A. and Mahkamov, K., “Multi-zone diesel fuel spray combustion model for the simulation of a diesel engine running on biofuel,” *Proceedings of the Institution of Mechanical Engineers, Part A: Journal of Power and Energy* **222**, 309–321 (2008).
- [7] Kuleshov, A. S., “Multi-zone di diesel spray combustion model and its application for matching the injector design with piston bowl shape,” *SAE Technical Paper Series* **2007-01-1908**, 1–17 (2007).
- [8] Kuleshov, A., “Multi-zone di diesel spray combustion model for thermodynamic simulation of engine with pcci and high egr level,” *SAE Technical Paper Series* **2009-01-1956**, 1–21 (2009).
- [9] Kuleshov, A., “Use of multi-zone di diesel spray combustion model for simulation and optimization of performance and emissions of engines with multiple injection,” *SAE Technical Paper Series* **2006-01-1385**, 1–17 (2006).
- [10] Kuleshov, A., “Model for predicting air-fuel mixing, combustion and emissions in di diesel engines over whole operating range,” *SAE Technical Paper Series* **2005-01-2119**, 1–16 (2005).
- [11] Lozano, J. C., “Propuesta de aprendizaje de un método sencillo para el diseño y optimización de un MCIA,” in [*VI Semana de la Innovación Educativa, ULPGC*], (2023).
- [12] Singh, R., Sharma, N., and Gupta, V. K., “Integrating simulation software into mechanical engineering education,” *Computer Applications in Engineering Education* **28**(5), 1270–1285 (2020).
- [13] Al-Issa, S. M. and Al-Qudaimi, N., “Enhancing engineering thermodynamics learning using open-source simulation tools,” *Education for Chemical Engineers* **35**, 33–42 (2021).
- [14] Prince, M., “Does active learning work? a review of the research,” *Journal of Engineering Education* **93**(3), 223–231 (2004).
- [15] Kolb, D. A., [*Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*], Pearson Education, Upper Saddle River, NJ, 2 ed. (2015).
- [16] Felder, R. M. and Brent, R., [*Teaching and Learning STEM: A Practical Guide*], Jossey-Bass, San Francisco (2016).
- [17] Biggs, J. and Tang, C., [*Teaching for Quality Learning at University*], Open University Press, Maidenhead, 4 ed. (2011).

Recursos audiovisuales para potenciar la comprensión práctica del alumnado en laboratorios universitarios de electrónica

Angel Garcia-Pedrero^a, Francisco Naveros^a, Javier Faba^a, Marco Rivera-González^a y Laura Ortiz^a,

^aDepartamento de Arquitectura y Tecnología de Sistemas Informáticos. Escuela Técnica Superior de Ingenieros Informáticos. Universidad Politécnica de Madrid. Campus de Montegancedo, 28660 Boadilla del Monte. Madrid. España.

RESUMEN

La enseñanza de la electrónica en los grados de ingeniería plantea el desafío de combinar la comprensión teórica con la aplicación práctica en laboratorio. Con el propósito de mejorar la preparación del alumnado y fomentar el aprendizaje autónomo, se desarrolló una serie de vídeos explicativos sobre los equipos utilizados en las prácticas de laboratorio de electrónica. Los vídeos, con una duración de entre 5 y 10 minutos, fueron grabados en estudio profesional y editados con criterios de homogeneidad visual y claridad didáctica. Para evaluar su impacto educativo, se aplicó un cuestionario a los estudiantes del Grado en Ingeniería Informática. Los resultados obtenidos muestran una alta aceptación y utilidad percibida, destacando la claridad de las explicaciones, la adecuación del formato y la contribución al desarrollo de la autonomía en el laboratorio. Asimismo, la mayoría del alumnado recomendó su visualización previa a las prácticas presenciales. En conjunto, los resultados evidencian el valor de los vídeos educativos como herramienta de apoyo al aprendizaje, favoreciendo la comprensión de los contenidos y la preparación práctica del estudiante.

Palabras clave: vídeos educativos, aprendizaje autónomo, laboratorios de electrónica

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la electrónica en los grados de Ingeniería Informática representa un desafío constante, dado que combina la comprensión teórica de circuitos con la aplicación práctica en laboratorio. Numerosas investigaciones han señalado que los estudiantes suelen presentar dificultades al trasladar los conocimientos teóricos a los entornos experimentales, lo que se traduce en inseguridad, errores en la ejecución y una dependencia excesiva del docente durante las prácticas [1, 2].

En este contexto, la incorporación de recursos audiovisuales, particularmente los vídeos explicativos, ha mostrado resultados significativos en la mejora del aprendizaje práctico. Los vídeos permiten a los estudiantes acceder a demostraciones claras y detalladas de los procedimientos, que pueden ser pausadas, repetidas y revisadas tantas veces como sea necesario, facilitando la comprensión y reduciendo la monotonía de los manuales tradicionales [3, 4]. Esta flexibilidad elimina las limitaciones de tiempo y espacio propias de la enseñanza presencial, lo que favorece el aprendizaje autónomo y la preparación previa a las sesiones de laboratorio [5].

Diversos estudios demuestran que la integración de vídeos en la enseñanza de laboratorios de electrónica no solo mejora el rendimiento académico, sino que también incrementa la percepción de aprendizaje, la confianza y la independencia del alumnado [6, 3]. Los estudiantes valoran la posibilidad de consultar los materiales en cualquier momento, reportando una preparación más clara y una reducción significativa de dudas durante las prácticas. De este modo, los vídeos no sustituyen la experiencia práctica, sino que actúan como refuerzo de la docencia tradicional y permiten aprovechar el tiempo presencial en actividades más interactivas y centradas en el estudiante [2].

Asimismo, esta estrategia resulta especialmente útil para abordar la heterogeneidad del nivel de conocimientos en el alumnado, un aspecto crítico en el primer año de estudios universitarios, donde las diferencias formativas entre estudiantes pueden dificultar la dinámica del laboratorio [7]. En este sentido, el enfoque de aula invertida mediante vídeos previos a la clase ha mostrado ser eficaz para equilibrar estas diferencias, potenciar la participación activa y facilitar una retroalimentación más personalizada por parte del docente [2]. En conjunto, la evidencia empírica respalda que los vídeos explicativos en el laboratorio de electrónica favorecen la comprensión de los contenidos, promueven el aprendizaje autónomo y mejoran los resultados académicos, al tiempo que mantienen el componente experimental como núcleo de la enseñanza en ingeniería.

En el ámbito de la innovación educativa, el uso de recursos audiovisuales como herramienta de apoyo al aprendizaje práctico se enmarca dentro de diversos modelos pedagógicos contemporáneos. El enfoque de aula invertida (*flipped classroom*) propone que el alumnado adquiera los conceptos básicos fuera del aula, mediante materiales como vídeos explicativos, para dedicar el tiempo presencial a actividades aplicadas y de resolución de problemas [8]. Este modelo fomenta un aprendizaje más activo y centrado en el estudiante. Por su parte, el aprendizaje autónomo enfatiza la responsabilidad del estudiante en la gestión de su propio proceso de aprendizaje, lo que requiere recursos accesibles y flexibles que faciliten la autoformación. En paralelo, el microlearning, basado en contenidos breves y específicos, se adapta especialmente bien al formato audiovisual, al permitir concentrar la atención en objetivos concretos sin sobrecargar la carga cognitiva [9]. Finalmente, el aprendizaje multimodal integra diversos canales (visual, auditivo y kinestésico) para reforzar la comprensión y la retención del conocimiento, aspecto clave en la enseñanza de laboratorios donde la observación y la manipulación práctica son esenciales [10]. La combinación de estos enfoques respalda el potencial del vídeo educativo como instrumento eficaz para mejorar la comprensión, la motivación y la autonomía del alumnado en entornos de aprendizaje técnico.

En este contexto, se desarrolló el proyecto de innovación educativa VisualLAB++ (Medios audiovisuales para el Aprendizaje Autónomo de la instrumentación de Laboratorio), financiado por la Universidad Politécnica de Madrid, con el propósito de diseñar y aplicar materiales audiovisuales destinados a mejorar la comprensión del funcionamiento de los equipos de laboratorio y fomentar la autonomía del alumnado en la realización de las prácticas experimentales.

El presente trabajo tiene como objetivo principal diseñar, producir e implementar un conjunto de vídeos explicativos orientados a las prácticas de laboratorio de electrónica en el Grado en Ingeniería Informática de la Universidad Politécnica de Madrid, así como evaluar su impacto en la comprensión, la autonomía y la percepción del alumnado. De este modo, se busca determinar el potencial de estos recursos audiovisuales como herramienta de innovación educativa para el aprendizaje práctico en la educación superior.

2. METODOLOGÍA

La metodología de este trabajo se estructura en dos fases complementarias. En primer lugar, se describe el proceso de diseño y producción de los vídeos explicativos elaborados dentro del proyecto VisualLAB++, orientados a facilitar el aprendizaje autónomo de los estudiantes en las prácticas de laboratorio de electrónica. En segundo lugar, se presenta la estrategia de evaluación utilizada para analizar la percepción del alumnado sobre la utilidad, claridad y formato de los vídeos, mediante la aplicación de un cuestionario diseñado específicamente para este propósito. Esta metodología combina así la creación de un recurso audiovisual educativo con su validación pedagógica, con el fin de valorar su impacto en la mejora del proceso de enseñanza-aprendizaje.

2.1 Diseño y producción de los vídeos explicativos

El material audiovisual desarrollado en este proyecto consistió en una serie de vídeos explicativos orientados a la familiarización del alumnado con los equipos y materiales empleados en las prácticas de laboratorio. El objetivo principal de estos recursos fue facilitar la comprensión y el manejo autónomo de los instrumentos de medida y montaje electrónico, reduciendo el tiempo inicial de adaptación durante las sesiones presenciales y promoviendo una preparación previa más eficiente.

En total se produjeron nueve vídeos educativos, distribuidos de la siguiente manera:

- 1 vídeo sobre la fuente de alimentación, centrado en su configuración, ajuste de voltajes y precauciones de seguridad.
- 1 vídeo sobre el multímetro, que explica los modos de medida, la correcta selección de escalas y la interpretación de resultados.
- 1 vídeo sobre la placa de inserción (*protoboard*), dedicado a su estructura, conexiones internas y buenas prácticas en el montaje de circuitos.
- 1 vídeo sobre el generador de funciones, donde se detallan los parámetros configurables, las formas de onda y su conexión al circuito.
- 5 vídeos sobre el osciloscopio, que abordan progresivamente su funcionamiento: encendido y calibración, ajuste de canales, mediciones básicas, análisis de señales y uso avanzado de funciones matemáticas.

La Figura 1 muestra ejemplos de los equipos presentados en los vídeos y la estética de grabación empleada en la serie. Cada vídeo tuvo una duración aproximada de 5 a 10 minutos y siguió una estructura común que incluye:

1. Presentación del equipo, mostrando sus principales componentes y controles.
2. Demostración práctica de uso, mediante ejemplos de configuración y medición.
3. Recomendaciones finales, orientadas al manejo seguro y a la resolución de errores frecuentes.

Desde el punto de vista técnico, las grabaciones se realizaron en un estudio preparado para producción audiovisual educativa, con el fin de asegurar la máxima calidad visual y sonora. Se utilizó un fondo negro y una mesa del mismo color, lo que permitió centrar la atención en los dispositivos y mejorar el contraste de los componentes electrónicos. La escena fue iluminada con fuentes de luz artificial controladas, eliminando reflejos y garantizando una visibilidad uniforme de los instrumentos.

Para la captación de imagen se emplearon dos cámaras DSLR, una en plano general, destinada a mostrar la visión completa de la mesa de trabajo y el profesor, y otra en plano detalle o cenital, enfocada en los controles y pantallas de los equipos. El sonido se registró mediante un micrófono inalámbrico de solapa, asegurando una locución clara y continua.

En la fase de postproducción, los vídeos fueron editados con el software Adobe Premiere Pro, donde se realizaron ajustes de color, cortes y sincronización entre cámaras. Se incorporaron elementos gráficos y rótulos explicativos para identificar botones, conexiones y lecturas de pantalla, logrando una presentación homogénea y visualmente coherente en toda la serie. Además, se añadió una música de fondo suave y neutra, destinada a mantener la atención del espectador sin interferir con la comprensión de la narración.

Finalmente, los vídeos fueron alojados en YouTube y la plataforma de enseñanza virtual de la Universidad Politécnica de Madrid (Moodle), disponibles para su consulta previa a las sesiones de laboratorio. Este formato permitió al estudiantado prepararse con antelación, repasar los procedimientos tantas veces como fuera necesario y afrontar las prácticas con mayor autonomía y seguridad. Los vídeos están disponibles en el siguiente enlace: <https://short.upm.es/khpn7>.

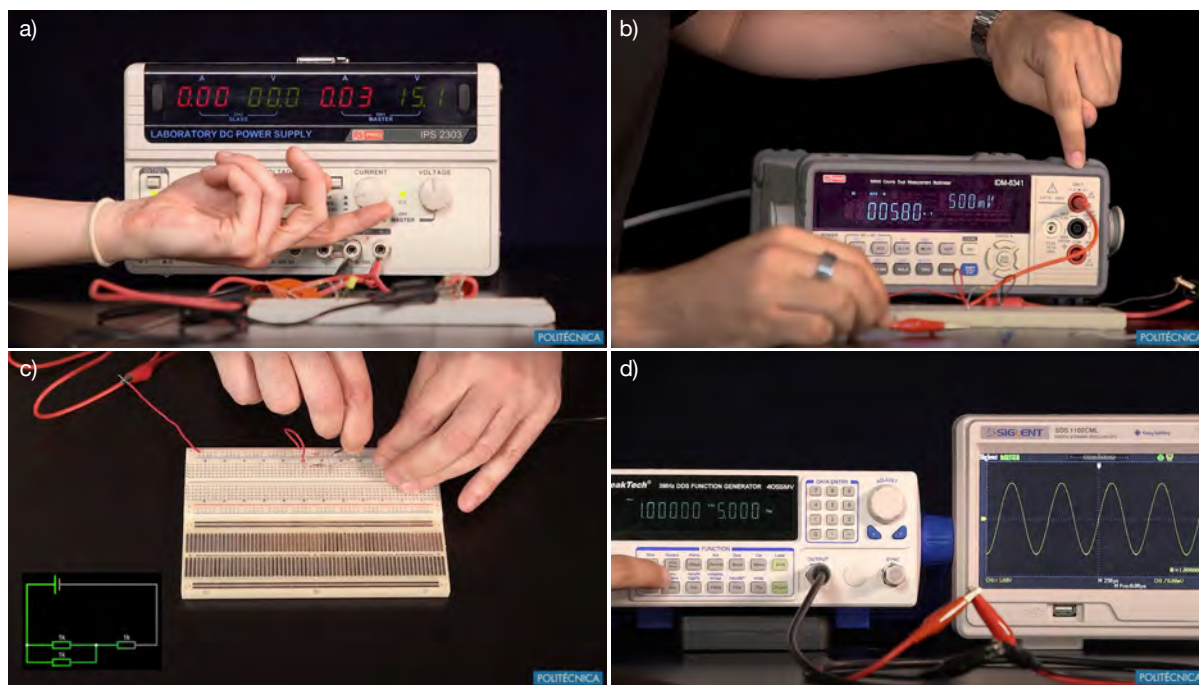


Figura 1. Capturas representativas de los vídeos explicativos elaborados: a) fuente de alimentación; b) multímetro digital; c) placa de inserción; d) generador de funciones. Fuente: elaboración propia (Universidad Politécnica de Madrid).

2.2 Evaluación del impacto educativo

Con el fin de valorar la eficacia de los vídeos explicativos desarrollados en el marco del proyecto VisualLAB++, se diseñó una evaluación centrada en la percepción del alumnado respecto a su utilidad, claridad y formato. Esta evaluación tuvo como objetivo analizar el impacto de los vídeos en el aprendizaje autónomo y en la preparación de las prácticas de laboratorio.

La recogida de información se realizó mediante un cuestionario estructurado, elaborado específicamente para este estudio e implementado en la plataforma Google Forms, lo que facilitó su distribución y recopilación de datos de forma anónima. El cuestionario incluyó preguntas cerradas de respuesta múltiple, orientadas a explorar diferentes dimensiones de la experiencia de los estudiantes con los vídeos.

El diseño del cuestionario se estructuró en torno a siete dimensiones clave que abarcan tanto aspectos relacionados con el uso del material audiovisual como con su calidad técnica y pedagógica (ver Tabla 1). La primera dimensión evaluó el uso y visualización de los vídeos, indagando sobre el grado de visualización por parte del alumnado y el momento de consulta respecto a las prácticas de laboratorio. La segunda dimensión se centró en la utilidad percibida, valorando la contribución de los vídeos a la comprensión del funcionamiento de los equipos de laboratorio. La tercera dimensión analizó el formato y duración, recogiendo opiniones sobre la duración de los vídeos, el tipo de formato preferido y la plataforma de distribución empleada. La cuarta dimensión evaluó la calidad audiovisual, incluyendo aspectos técnicos del montaje como los cambios de plano, el ritmo narrativo y los elementos gráficos incorporados. La quinta dimensión exploró la claridad expositiva, valorando la precisión y comprensibilidad de las explicaciones ofrecidas en los vídeos. La sexta dimensión recogió la valoración global de la experiencia de uso de los materiales audiovisuales en el contexto de las prácticas. Finalmente, la séptima dimensión indagó sobre la recomendación de uso, preguntando a los estudiantes si recomendarían la visualización de los vídeos como preparación previa a las sesiones presenciales. La Tabla 1 sintetiza las dimensiones evaluadas y su descripción.

Tabla 1. Dimensiones evaluadas en el cuestionario

Dimensión	Descripción
Uso y visualización	Frecuencia y momento en el que alumno visualizó los vídeos en relación con las prácticas de laboratorio.
Utilidad percibida	Grado en que los vídeos facilitaron la comprensión del manejo y funcionamiento de los equipos del laboratorio.
Formato y duración	Preferencias sobre la extensión, el tipo de presentación audiovisual y la plataforma empleada para el acceso.
Calidad audiovisual	Percepción de la calidad técnica de los vídeos en cuanto a edición, ritmo, nitidez y elementos gráficos de apoyo.
Claridad expositiva	Evaluación de la claridad, coherencia y adecuación del lenguaje empleado en las explicaciones.
Valoración global	Juicio general sobre la experiencia de aprendizaje mediante recursos audiovisuales.
Recomendación de uso	Intención de recomendar los vídeos a otros estudiantes como apoyo a las prácticas presenciales.

Los vídeos evaluados correspondieron a tres de los recursos producidos: la placa de inserción, la fuente de alimentación y el multímetro digital. El cuestionario fue aplicado de manera voluntaria y anónima a los estudiantes una vez completadas las prácticas de laboratorio, garantizando así una valoración basada en la experiencia directa de uso.

Las respuestas obtenidas se analizaron mediante estadística descriptiva, calculando frecuencias y porcentajes para identificar tendencias generales en la percepción del alumnado. Este análisis permitió detectar los aspectos más valorados,

así como posibles áreas de mejora relacionadas con la duración, el formato o la claridad de los vídeos. Los resultados constituyen una primera aproximación al impacto educativo del recurso audiovisual, ofreciendo información relevante para futuras iteraciones del proyecto y para la integración de materiales similares en otras asignaturas de carácter experimental.

3. RESULTADOS

La evaluación realizada mediante el cuestionario de Google Forms permitió recopilar un total de 22 respuestas válidas correspondientes a estudiantes del Grado en Ingeniería Informática que realizan prácticas de laboratorio. Los datos obtenidos ofrecen una visión representativa sobre la percepción del alumnado respecto a la utilidad, claridad y formato de los materiales audiovisuales.

En primer lugar, el grado de visualización de los vídeos fue elevado: el 90 % de los participantes afirmó haber visto los tres vídeos completos, mientras que un 10 % visualizó solo algunos y un 0 % ninguno. Este dato confirma la buena aceptación del recurso como material preparatorio y su integración efectiva en la dinámica de la asignatura. Además, un 82 % de los estudiantes señaló que los vídeos les ayudaron “mucho” a comprender el funcionamiento de los equipos, y un 18 % indicó que les resultaron “algo útiles”.

Respecto a la duración y formato, la mayoría del alumnado (un 95 %) consideró que la duración, en torno a siete minutos por vídeo, fue adecuada. Solo un 5 % expresó preferencia por fragmentos más cortos. Asimismo, el 95 % valoró positivamente el formato horizontal de los vídeos y su presentación en YouTube como vídeo largo, frente a otras opciones como vídeos verticales o formatos tipo “short”.

En cuanto al diseño audiovisual y claridad expositiva, el 91 % de los encuestados indicó que los cambios de plano eran suficientes para seguir las explicaciones sin dificultad, mientras que el 91 % consideró que los conceptos se explicaban de forma clara y precisa. Estos resultados reflejan la efectividad de la planificación visual y la calidad técnica alcanzada durante la producción.

Finalmente, la valoración global de los vídeos fue altamente positiva: el 91 % calificó su experiencia como “muy positiva” y un 9 % como “aceptable”. Además, el 95 % recomendó que los futuros estudiantes visualicen los vídeos antes de la práctica, lo que refuerza la percepción de su valor pedagógico.

La Figura 2 sintetiza de forma visual el nivel de aceptación alcanzado en cada una de las dimensiones evaluadas, mostrando un perfil general de satisfacción muy elevado y equilibrado en todos los aspectos analizados. Como se puede observar, las dimensiones relacionadas con el formato, la duración y la recomendación de uso obtienen las valoraciones más altas (95%), seguidas de cerca por la calidad audiovisual, la claridad expositiva y la valoración global (91%), y la utilidad percibida y el uso efectivo (82-90%). Este patrón confirma que los vídeos han sido bien recibidos tanto en su dimensión técnica como en su contribución pedagógica.

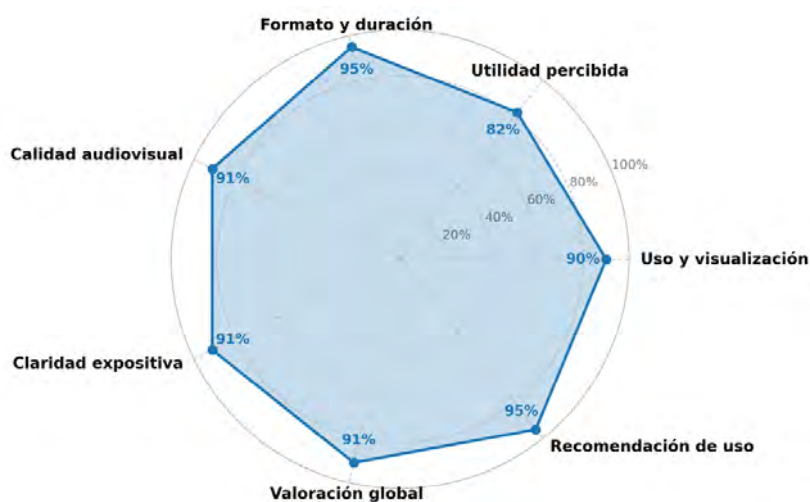


Figura 2. Valoración del alumnado sobre las dimensiones evaluadas de los vídeos explicativos (n = 22). Los porcentajes representan el nivel de aceptación positiva en cada dimensión.

En conjunto, los resultados evidencian que los vídeos han contribuido de manera significativa a mejorar la preparación previa, la autonomía y la confianza del alumnado en el uso de los instrumentos de laboratorio. Asimismo, la elevada tasa de aceptación sugiere que este tipo de recursos audiovisuales representan una estrategia eficaz para complementar la enseñanza práctica en asignaturas de carácter experimental.

4. CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos demuestran el potencial de los vídeos explicativos como herramienta eficaz para mejorar el aprendizaje autónomo en el laboratorio de electrónica. La mayoría del alumnado manifestó una valoración muy positiva de los recursos audiovisuales, destacando su utilidad para comprender el funcionamiento de los equipos, su claridad expositiva y la adecuación de su duración y formato. Estos resultados coinciden con los hallazgos de estudios previos que señalan el impacto positivo del vídeo educativo en la adquisición de competencias prácticas y en la reducción de la dependencia del docente durante las sesiones experimentales [1, 3, 4].

La experiencia desarrollada refuerza la eficacia de estrategias pedagógicas basadas en el aprendizaje autónomo, el aula invertida y el microlearning, al proporcionar contenidos breves, accesibles y reutilizables que permiten al estudiante prepararse antes de la práctica y repasar los procedimientos según sus necesidades.

En conjunto, la visualización de los vídeos ha permitido a los profesores optimizar el tiempo de las sesiones presenciales, centrándolas en la resolución de dudas y en actividades experimentales de mayor valor añadido. Asimismo, ha favorecido un cambio de rol del estudiante, que pasa de ser receptor pasivo a agente activo de su propio aprendizaje, alineándose con los principios del aprendizaje multimodal y de la enseñanza centrada en el alumno.

Más allá del contexto específico de los laboratorios de electrónica, el modelo de recursos audiovisuales presentado en este trabajo posee un alto potencial de transferibilidad a otras disciplinas universitarias que requieran formación práctica con equipamiento especializado. Áreas como la química, biología, geología o mecánica podrían beneficiarse de estrategias similares para familiarizar al alumnado con instrumentación de laboratorio o técnicas experimentales. La estructura modular y la brevedad de los contenidos constituyen características replicables que facilitan su adaptación a diversos entornos de aprendizaje práctico, promoviendo la autonomía de los estudiantes y la optimización del tiempo presencial en contextos educativos experimentales.

No obstante, para obtener conclusiones más sólidas sobre el impacto real en el rendimiento académico y en la adquisición de competencias prácticas, será necesario disponer de un mayor periodo de implementación y recopilar datos longitudinales que permitan evaluar la evolución del aprendizaje a medio y largo plazo. En futuras fases del proyecto se plantea ampliar la iniciativa a otras asignaturas de laboratorio y explorar formatos interactivos o evaluativos integrados en los vídeos, con el fin de potenciar aún más la participación del alumnado y la evaluación formativa del proceso de aprendizaje.

5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por la Universidad Politécnica de Madrid mediante el proyecto IE25.1007: Medios audiovisuales para el Aprendizaje Autónomo de la instrumentación de Laboratorio (VisualLAB++) de la convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa 2024-25.

Los autores agradecen el soporte de grabación y postproducción proporcionado por los Servicios Audiovisuales - GATE.

REFERENCIAS

1. González García, C.: Mejorando la comprensión de las clases prácticas de la asignatura “Software para Robots” utilizando YouTube. *3C TIC* 9(1), 45–57 (2020).

2. Arias, M., Creus, C., Gascón, A., Godoy, G.: Learning theory through videos – a teaching experience in a theoretical course based on self-learning videos and problem-solving sessions. In: *International Conference on Computer Supported Education*, vol. 2, pp. 93–98. SciTePress, Lisbon (2011).
3. Abidin, Z.Z., Yassin, F.M., Harun, M.R., Harun, M.Y., Zainuddin, H.S., Hamid, M.R.A., Salleh, M.A.M.: Video as E-Learning Approach for Enhancing Laboratory Teaching in Biochemical Engineering – a Malaysia Case Study. In: *7th World Engineering Education Forum (WEEF)*, pp. 222–226. IEEE, Kuala Lumpur (2017).
4. Meseguer-Dueñas, J.M., Quiles-Casado, S.D.L.S., Sabater i Serra, R., Serrano, M.A., Gómez-Tejedor, J.A., García-Sánchez, T.M., Vidaurre, A.: Effect of the use of videos in the pre-class preparation of laboratory sessions taught by flip teaching. In: *INTED2020 Proceedings*, pp. 6107–6112. IATED, Valencia (2020).
5. Lu, S., Cheng, Y., Wang, X., Du, Y., Lim, E.G.: Exploring the effectiveness of student-generated video tutorials in electronic lab-based teaching. In: *IEEE Frontiers in Education Conference (FIE)*, pp. 1–4. IEEE, Indianapolis (2017).
6. Fernández, P.G.: Aprendizaje autónomo utilizando vídeos docentes. *Revista Iberoamericana de Tecnología del Aprendizaje* 6(2), 65–69 (2011).
7. Borrás-Gené, O.: Uso del vídeo como recurso educativo no formal en la docencia universitaria en ingeniería informática. *Advances in Building Education* 2(3), 25–44 (2018).
8. Blasco, A.C., Lorenzo, J., Sarsa, J.: La clase invertida y el uso de vídeos de software educativo en la formación inicial del profesorado: estudio cualitativo. *@tic. revista d'innovació educativa* 17, 12–20 (2016).
9. Betancur-Chicué, V., García-Valcárcel Muñoz-Repiso, A.: Características del diseño de estrategias de microaprendizaje en escenarios educativos: revisión sistemática. *RIED – Revista Iberoamericana de Educación a Distancia* 26(1), 201–222 (2023). <https://doi.org/10.5944/ried.26.1.34056>.
10. Reyes-Delgado, A.T., Pineda-Godoy, E.: Niveles de enseñanza utilizando tecnología en nivel superior. *Transdigital* 6(11), e447 (2025). <https://doi.org/10.56162/transdigital447>.

Aplicación de Inteligencia Artificial Generativa en la Enseñanza de la Programación Web

Alexander Castilla Campey, Itziar Alonso-González ^{a b} [0000-0001-8487-2559], Miguel A. Quintan-Suárez ^{*a b c} [0000-0002-7520-4468]

^a Departamento de Ingeniería Telemática, Universidad de las Palmas de Gran Canaria

^b Instituto para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación en Comunicaciones, IDeTIC-ULPGC

^c Grupo de Innovación Educativa VETFUN-ULPGC

RESUMEN

Este estudio exploratorio y evaluativo se centra en la aplicación de modelos de Inteligencia Artificial Generativa para la generación automática de código, específicamente en el contexto del desarrollo de aplicaciones web para la asignatura Programación Web, donde se utilizan tecnologías fundamentales como HTML, CSS, PHP, SQL y JavaScript. El objetivo principal es analizar y evaluar modelos de IA para optimizar el flujo de trabajo de los estudiantes y fomentar el aprendizaje práctico. Los resultados mostraron un rendimiento contrastante entre los modelos. ChatGPT o3-mini-high destacó como la opción más confiable, completando todas las fases analizadas, mientras que Claude y Qwen fueron alternativas útiles. Claude fue el más rápido, pero su versión gratuita provocaba una alta tasa de errores, y OpenAI o3-mini-high ofreció un mejor equilibrio. Se identificaron dificultades comunes en JavaScript, seguridad, consultas SQL y optimización *front-end*. Un aspecto central es la identificación de estrategias efectivas para la elaboración de *prompts*, incluyendo su estructura jerárquica, contextualización, especificidad técnica y separación de responsabilidades. El trabajo también estudia el impacto de la IA en el proceso enseñanza-aprendizaje, señalando cómo puede afectar a los objetivos docentes, los resultados de aprendizaje y competencias del alumno, y plantea escenarios para su inclusión en la metodología de enseñanza.

Keywords: Inteligencia Artificial Generativa; Generación de Código; Programación Web; Prompts; Educación

1. INTRODUCCIÓN

La Inteligencia Artificial (IA) [1] ha pasado de ser una tecnología emergente a un componente integral y transformador en el panorama de la educación no universitaria [2] y superior [3]. Su adopción ya no es experimental, sino una realidad que redefine los métodos de enseñanza, aprendizaje y evaluación [4]. Según datos de 2025, el mercado de la IA en la educación está proyectado para alcanzar los 20 mil millones de dólares a finales de año, con un 47% de los educadores en Estados Unidos reportando su uso semanalmente [5].

Esta integración acelerada no viene sin problemas [6]. Un estudio de Turnitin muestra una clara dualidad en cómo lo ve la comunidad universitaria: aunque la gran mayoría, un 78%, considera que los efectos de la IA en la educación son positivos, una porción aún más amplia, del 95%, está muy preocupada por el uso deshonesto dentro de sus propias instituciones. Esta paradoja es palpable. Hay un sentimiento generalizado de agobio por la disponibilidad y la verdadera magnitud de la IA que afecta a profesores con 80%, estudiantes con un 73% y, a las instituciones con un 72% [7].

En ningún ámbito son estas tensiones más pronunciadas que en disciplinas técnicas como la ingeniería de software, donde la Inteligencia Artificial Generativa no es meramente una herramienta auxiliar, sino un elemento disruptivo fundamental de las prácticas profesionales básicas, exigiendo una reevaluación de las estrategias pedagógicas y de investigación [8].

1.1 La IA Generativa en el Desarrollo de Software y la Programación

La programación asistida por Inteligencia Artificial Generativa (IAG), conocida como "*vibe coding*", se ha consolidado como un paradigma en plena evolución, alterando el flujo de trabajo de los desarrolladores [9][10]. Esta tendencia se manifiesta en dos vertientes principales: el uso de IAs conversacionales como socios de pensamiento para resolver dudas y generar fragmentos de código, y la integración directa de asistentes de IA en Entornos de Desarrollo Integrados (IDEs), que ofrecen sugerencias contextuales en tiempo real [8].

Este avance ha sido impulsado por el desarrollo de modelos de lenguaje de gran escala cada vez más sofisticados. Familias de modelos como las de OpenAI (GTP-5, GPT-4o, OpenAI o1, o3-mini), Anthropic (Claude 4.5, Claude 3.5 Sonnet), DeepSeek (DeepSeek-R1) y modelos de código abierto como los de Qwen, han demostrado capacidades notables en la generación, depuración y optimización de código en múltiples lenguajes, ver Figura 1. Ante esta rápida consolidación en la industria, resulta imperativo analizar y evaluar sistemáticamente estas herramientas dentro de un contexto académico formal, para preparar a los futuros profesionales para un mercado laboral cada vez más impulsado por la IA.

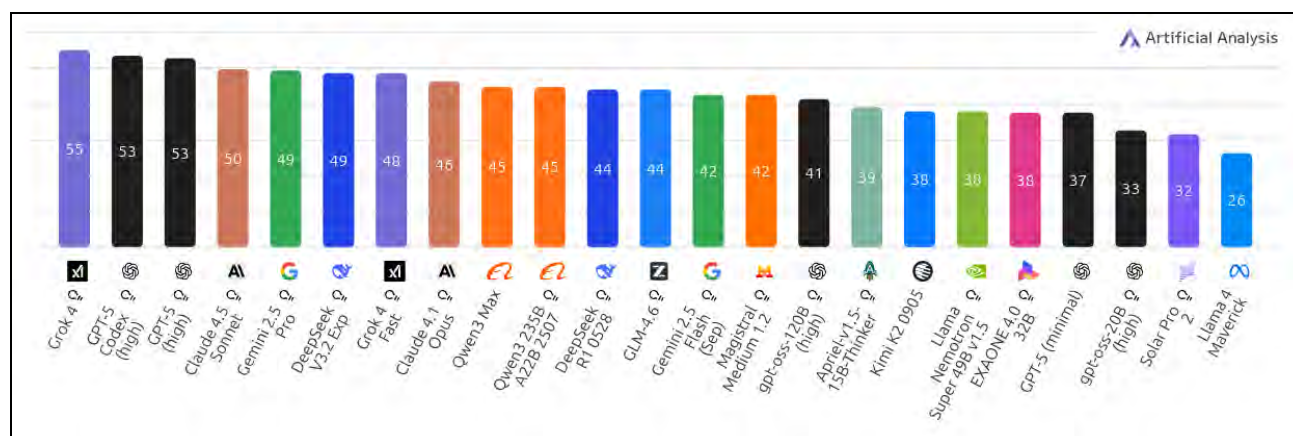


Figura 1. Índice comparativo de inteligencia en codificación de la IA. (Fuente: *Artificial Analysis* [11], consultado el 11/10/2025).

1.2 Objetivos del Estudio

El propósito esencial de este trabajo es desglosar y evaluar el rendimiento de una selección de modelos de IAG al generar código para la asignatura "Programación Web", de cuarto curso del Grado en Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación [12]. Lo que buscamos es determinar cómo estas herramientas pueden afectar al modo de trabajo de los estudiantes y si realmente tiene impacto sobre un mejor aprendizaje práctico y en línea con las técnicas modernas de desarrollo de software [10]. Esta asignatura utiliza una metodología docente basada en ABP (aprendizaje basado en proyectos), lo que la hace idónea para la realización de este estudio.

Para ello, este trabajo se centra en los siguientes apartados clave:

1. Comparar el rendimiento de diferentes modelos de IA, comerciales y de código abierto, en la ejecución de tareas específicas para el desarrollo web, abarcando tecnologías como HTML, CSS, PHP, SQL y JavaScript.
2. Identificar y documentar las mejores prácticas en el diseño de *prompts*, instrucciones a la IA, para maximizar la calidad, coherencia y eficiencia del código generado por la IA.
3. Estudiar el impacto de la integración de la IAG en la metodología docente, es decir, ver como se pueden verse afectada la asignatura en cuanto a: los objetivos, los resultados de aprendizaje y el desarrollo de competencias transversales.

2. METODOLOGÍA

Para lograr una evaluación, de manera objetiva y comparable, el rendimiento de los modelos de IA en un contexto educativo práctico se optó por diseñar una metodología de investigación bastante rigurosa. Este enfoque exploratorio-evaluativo nos permitió no solo medir el desempeño técnico de las herramientas, sino también entender su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Es importante destacar que este trabajo [13], se llevó a cabo durante el primer cuatrimestre de 2025, por lo que los modelos de IA utilizados deben contextualizarse en dicho marco temporal.

2.1 Selección de Modelos y Configuración de la Plataforma

La elección de modelos de IA se basó en las estadísticas suministradas por *Artificial Analysis* [11], y utilizando tres pilares estratégicos clave: la accesibilidad, su capacidad de razonamiento (habilidad para resolver problemas lógicos) y su impacto en la industria. Se priorizaron los modelos más recientes a la fecha de realización del trabajo, excluyendo extensiones de IDEs, ya que, por lo general, suelen requerir una suscripción comercial. Sin embargo, se incluyeron los modelos suministrados por OpenAI en su suscripción básica, al contar con una muy elevada cuota de contratación entre los estudiantes.

Los modelos iniciales seleccionados fueron:

- Acceso Web (Gratuito o Limitado): ChatGPT-4o, Claude 3.5 Sonnet.
- Acceso Web (De Pago): OpenAI suscripción básica (ChatGPT-o1, ChatGPT o3-mini, ChatGPT o3-mini-high).
- Acceso Local (*open source*): DeepSeek-R1 14B, Codestral 22B, Phi-4 14B, Qwen 2.5-coder 32B.

Para la ejecución de los modelos locales, se configuró un entorno utilizando Ollama [14] y Open-WebUI [15]. El equipo empleado fue un ordenador de sobremesa con un procesador Intel i7-9700, una GPU NVIDIA GeForce RTX 4090 de 24GB de VRAM y 64GB de RAM DDR4.

2.2 Diseño de Pruebas y Métricas de Evaluación

Se diseñaron varios escenarios de prueba, basados en las especificaciones de las distintas prácticas que se deben realizar dentro de la asignatura "Programación Web". Los escenarios se dividieron en dos categorías:

- Exploración Creativa: Para evaluar las capacidades innovadoras de los modelos mediante *prompts* fijos para tareas como el -Diseño de una *Landing Page* Innovadora- o un -Portafolio Personal Automatizado-.
- Resolución de Objetivos: Para medir la capacidad de resolver problemas funcionales concretos que aparecen en las especificaciones de las prácticas, como la -Implementación de un CRUD con Laravel- o el -Desarrollo de un Sistema de Chat en Tiempo Real-.

El rendimiento en estas pruebas iniciales, de los *prompts*, se evaluó mediante las siguientes métricas, definidas en [13]:

- Calidad y legibilidad del código (CyL): Puntuación de 0 a 10.
- Originalidad en el diseño (OD): Puntuación de 0 a 10, valorando el uso de paletas de colores, animaciones, etc.
- Grado de cumplimiento (GC): Puntuación de 0 a 10 sobre la adecuación a los requisitos.
- Complejidad de diseño (CD): Puntuación de 0 a 10.
- Número de *prompts*: Métrica exclusiva para las pruebas de resolución de objetivos, para medir la eficiencia de la interacción.

2.3 Implementación y Análisis del Proyecto Central

Al ser una asignatura basada en ABP, el proyecto central que deben realizar los estudiantes consiste en el desarrollo de un Sistema de Gestión de Contenidos (CMS) para un mercado local (que incluya los casos de uso básicos utilizados en el comercio electrónico). Ésta es una tarea compleja que abarcaba múltiples fases y tecnologías, definidos en la guía docente [12] y en las memorias de las prácticas a realizar durante un curso académico. Para analizar el rendimiento de los modelos en este proyecto, se aplicó un conjunto de métricas agrupadas en tres dimensiones clave, tal como se describen en la tabla 1. Esta metodología permitió realizar un análisis exhaustivo de los resultados.

Tabla 1. Métricas para analizar el rendimiento de las IA en el desarrollo del proyecto de curso en la asignatura.

Dimensión	Métrica	Descripción
Aspectos Cuantificables	Tasa de errores de código (%)	Proporción de código generado que falla en compilación o ejecución.
	Tiempo de Respuesta (s)	Tiempo total desde el envío del <i>prompt</i> hasta la recepción de la respuesta.
	Velocidad de Generación (<i>tokens/s</i>)	Eficiencia del modelo en la producción de la respuesta.

Aspectos Cualitativos	Coherencia y Consistencia en el Estilo (de 0 a 10)	Uniformidad en nomenclatura, formato y estructura.
	Calidad de la Documentación y Comentarios (de 0 a 10)	Claridad y utilidad de los comentarios generados.
	Modularidad y Organización del Código (de 0 a 10)	Capacidad para generar código escalable y reutilizable.
Aspectos Relacionados con la Asignatura	Validez y Conformidad del HTML/CSS (de 0 a 10)	Cumplimiento de estándares W3C.
	Funcionalidad y Manejo de Eventos en JavaScript	Interactividad y manipulación del DOM.
	Eficiencia y Seguridad en Consultas SQL (de 0 a 10)	Optimización y prevención de vulnerabilidades (ej. inyección SQL).
	Optimización y Buenas Prácticas del <i>Front-End</i> (de 0 a 10)	Implementación de prácticas como minimización y accesibilidad.
	Robustez del Código en Lenguajes del Lado del Servidor (PHP) (de 0 a 10)	Implementación de buenas prácticas de seguridad.

3. ANÁLISIS COMPARATIVO DEL RENDIMIENTO DE MODELOS DE IA

3.1 Selección de Modelos Finalistas

Tras las pruebas iniciales, donde se evaluaron la creatividad y la capacidad de resolución de problemas, se seleccionaron cinco modelos finalistas para abordar el proyecto CMS completo. Estos modelos demostraron el mejor equilibrio entre rendimiento, accesibilidad y capacidades técnicas:

- OpenAI o3-mini-high
- DeepSeek-R1 14B
- Claude 3.5 Sonnet
- Phi-4 14B
- Qwen 2.5-coder 32B.

3.2 Evaluación del Rendimiento en el Proyecto CMS

El análisis del rendimiento de los modelos finalistas en la implementación del CMS reveló contrastes significativos:

- **Fiabilidad y Finalización de Fases:** Un hallazgo clave fue la superioridad de OpenAI o3-mini-high como el modelo más fiable, siendo el único capaz de completar con éxito todas las fases del proyecto. Claude y Qwen demostraron ser alternativas viables, aunque fallaron en la integración de la pasarela de pago. Por su parte, DeepSeek-R1 y Phi-4 mostraron dificultades significativas, siendo incapaces de implementar funcionalidades cruciales como la tienda virtual completa.
- **Errores de código:** Nuestro análisis puso de manifiesto diferencias significativas en la fiabilidad del código generado con IA. Claude exhibió la tasa de errores más alta (61%). En el extremo opuesto, Qwen 2.5-coder demostró ser el más robusto, con una tasa de fallos de solo el 11.9%. OpenAI o3-mini-high (23.8%) y DeepSeek-R1 (20%) se mantuvieron en un rango intermedio y fiable.
- **Velocidad y Consistencia:** Claude se mostró como el modelo más rápido, con un tiempo de respuesta promedio de 4 segundos. No obstante, OpenAI o3-mini-high ofreció el mejor equilibrio entre velocidad (7 segundos de media) y consistencia en la calidad de sus respuestas. Por contra, DeepSeek-R1 (39s) y Qwen 2.5-coder (56s) fueron notablemente más lentos e inconsistentes.

Cruzando estos resultados cuantitativos con el análisis cualitativo, se obtiene una imagen más completa, donde se evidencian problemas recurrentes a mejorar como: la implementación de funcionalidades JavaScript, la seguridad (especialmente en consultas SQL) y la optimización *front-end*. A fecha de escritura de este artículo vemos como casi todos los proveedores de IA han incluido nuevos modelos con el apodo de *coder*, como modelos entrenados y mejorados en tareas de programación.

Una implicación crucial que se desprende de todo esto es que la enorme variabilidad, en el rendimiento de los modelos, nos conduce a una conclusión: la efectividad de estas herramientas está totalmente condicionada por la calidad y, sobre todo la precisión, de las instrucciones que les demos; es decir, la clave está en la elaboración de los *prompts*.

4. ESTRATEGIAS EFECTIVAS PARA LA ELABORACIÓN DE PROMPTS

El rendimiento tan cambiante, que desglosamos en el análisis anterior, deja ver un punto fundamental: la eficacia de cualquier modelo de IA depende por completo a la capacidad del usuario para guiarlo. Formular instrucciones claras, con un buen contexto y, por supuesto, bien estructuradas es lo que transforma un modelo de IAG de un simple generador de código a un verdadero colaborador de diseño. A raíz de esto, se identifican un conjunto de estrategias esenciales para sacarle el mayor provecho:

1. Estructura Jerárquica: Organizar el *prompt* en secciones claras.
2. Contextualización: Proporcionar información de fondo, y global, sobre el proyecto.
3. Especificidad Técnica: Utilizar terminología técnica precisa y detallar los requisitos.
4. Separación de Responsabilidades: Dividir una tarea compleja en *prompts* más pequeños y bien enfocados.
5. Enfoque en Buenas Prácticas: Solicitar explícitamente que el código siga principios de diseño específicos (ej. escribe código limpio y modular, implementa medidas de seguridad contra inyección SQL).
6. Validación y Manejo de Errores: Pedir al modelo que incluya mecanismos de validación de datos y un manejo adecuado de errores.
7. Definición de Entregables: Especificar el formato exacto de la salida deseada.
8. Lenguaje Imperativo: Utilizar verbos de acción claros y directos (crea, implementa, modifica, valida).
9. Uso de Elementos Visuales: Incorporar estructuras de texto que simulan jerarquías de archivos o diagramas.

La maestría y habilidades en estas estrategias se convierte en una competencia fundamental para el estudiante, cuyo rol evoluciona de ser un mero ejecutor a un arquitecto e integrador de soluciones asistidas por IA.

5. IMPACTO EN LA METODOLOGÍA DOCENTE Y LAS COMPETENCIAS

5.1 Reconfiguración de Objetivos de Aprendizaje y Competencias

Que la IA sea la creadora principal de código implica un riesgo importante: podría comprometer el desarrollo del conocimiento procedimental clave, que incluye aspectos como la implementación práctica, la solución de problemas a bajo nivel o el dominio de las tecnologías implicadas. De hecho, la comprensión conceptual a fondo de arquitecturas, por ejemplo, MVC (Modelo-Vista-Controlador), o las habilidades para diseñar servicios web podrían resentirse seriamente.

Pero el asunto cambia cuando el enfoque pedagógico se reajusta. En ese contexto, la capacidad de elaborar *prompts* realmente efectivos termina reforzando activamente varios resultados de aprendizaje y ciertas competencias transversales clave:

- CB-2 (Aplicación profesional de conocimientos): El estudiante debe aplicar su conocimiento teórico para guiar a la IA.
- CB-3 (Capacidad de interpretar datos): Analizar el código generado por la IA y validar su idoneidad.
- CB-4 (Transmisión efectiva de información): Comunicar requisitos complejos a la IA de forma clara y precisa.
- CB-5 (Aprendizaje autónomo): Investigar y comprender un problema a fondo antes de formular un *prompt*.

En esta línea, un informe de Anthropic destaca cómo muchos educadores ya están rediseñando sus métodos de evaluación para que no puedan hacerse con IA, centrándose en el razonamiento crítico en lugar de la mera producción de sintaxis [16].

5.2 Perspectivas de Estudiantes

Dentro de una encuesta focalizada, y de tamaño reducido (n=7) realizada a estudiantes de esta asignatura en septiembre de 2025, se pudo obtener que las percepciones sobre la IA reflejan una combinación de entusiasmo y aprensión. Los hallazgos de este sondeo muestran:

- **Beneficios Percibidos:** El 100% considera que la IA mejora la calidad de su trabajo, y un 71.4% afirma que ha mejorado significativamente su comprensión de los conceptos.
- **Preocupaciones Principales:** De manera unánime, la principal inquietud expresada por este grupo de estudiantes (100%), es la de volverse dependiente de la IA. Esta preocupación es corroborada por el informe de Turnitin [7], donde el 59% de los estudiantes temen que la dependencia de la IA reduzca sus habilidades de pensamiento crítico.
- **Postura Ética:** Existe un consenso del 100% en que usar IA no es intrínsecamente trampa, sino que depende de cómo se use.

5.3 Modos de Integración de la IA en el Contexto de la Asignatura

En principio, vemos dos grandes caminos para incorporar la IAG a nuestra metodología de enseñanza:

- **Como simple apoyo:** Mantenemos intactos los objetivos docentes de la asignatura. La IA se restringe a roles de apoyo muy concretos (ej. Búsqueda de documentación, depuración de errores, lluvia de ideas, validación básica) para no sustituir la ejecución manual por parte del estudiante.
- **Integración completa con redefinición de los objetivos:** El enfoque se desplaza de la implementación manual hacia la gestión, supervisión y validación de componentes generados por IA. Este escenario requiere que el estudiante posea un conocimiento sólido previo para poder guiar y supervisar a la herramienta de forma efectiva.

Tomar cualquiera de estas decisiones exige un diálogo institucional que sea totalmente transparente para, así, poder establecer políticas claras y pautas concretas que logren balancear el potencial que ofrece la IA con las necesidades de la exigencia académica y la integridad [7]. Hoy en día, apenas el 28% de las instituciones ha optado por una integración completa.

6. CONCLUSIONES

Al cerrar este estudio exploratorio, podemos afirmar que se han extraído ideas muy relevantes sobre el panorama actual y el alcance de la IAG en la enseñanza de la programación web.

Las conclusiones clave son las siguientes:

1. El rendimiento de los modelos IAG resultó ser extremadamente volátil, y esa variación está directamente correlacionada con su costo. La opción de pago de OpenAI o3-mini-high se posicionó como la más sólida y confiable para encarar proyectos, superando con claridad a la versión gratuita de Claude.
2. La ingeniería de *prompts* no es un extra; es, sin duda, una competencia esencial y crítica.
3. Es un hecho que la correcta integración de la IAG requiere una revisión y una nueva definición estratégica de todos los objetivos educativos.

Teniendo en cuenta estos hallazgos, proponemos las siguientes recomendaciones para llevarlas a la práctica:

1. **Aprender con Ingeniería Inversa:** El código de alta calidad generado por los modelos más avanzados debe ser empleado como material de estudio. Esto permite que el alumno identifique y entienda mejor los patrones de diseño y las buenas prácticas.
2. **Enseñar bajo el Principio de la Eficiencia:** Deberíamos aprovechar la velocidad que ofrecen los modelos más eficientes para automatizar el código repetitivo o la generación de la base de un proyecto. Así se consigue

liberar tiempo valioso para que el estudiante se dedique a profundizar el conocimiento de los elementos conceptuales.

3. Fomentar la Resolución de Problemas (con errores de la IA): Se debe animar a los estudiantes a que asuman el reto de depurar, corregir o parchear aquellas implementaciones que la IA ha dejado incompletas o que han fallado. Una práctica así garantiza que se desarrolle la autonomía y una comprensión mucho más profunda de dónde y por qué ocurren los errores.
4. Enfocarse en la Elaboración de *Prompts* Contextualizados: Hay que insistir en que la interacción con la IA es siempre el último paso en una cadena de razonamiento. Es imprescindible que el estudiante haga la tarea de investigar, estructurar y comprender el problema a fondo antes de dirigirse a la herramienta.

Finalmente, este trabajo confirma que la integración de la Inteligencia Artificial Generativa en la enseñanza de la programación no es una cuestión de reemplazar al educador, sino de transformar su rol, enfocándose en la arquitectura, la evaluación crítica y, sobre todo, la integración inteligente de la tecnología.

REFERENCIAS

1. Shrivastava, A.: Artificial Intelligence (AI): Evolution, Methodologies, and Applications. Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol., vol. 12, n.º 4, pp. 5501-5505, abr. 2024, doi: 10.22214/ijraset.2024.61241. (2024).
2. Alonso, A.: El 73% de los profesores afirma haber utilizado IA en alguna ocasión, para preparar las clases (64%) y para complementar los contenidos (50%). In: Actualidad Docente. Accedido: 11 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://actualidaddocente.cece.es/destacados-a-fondo/el-69-de-los-padres-y-madres-en-espana-ha-utilizado-alguna-vez-la-inteligencia-artificial-ia-y-el-78-quiere-aprender-mas-sobre-ella/> (2025).
3. Dempere, J., Modugu, K., Hesham, A., Ramasamy, L.K.: The impact of ChatGPT on higher education. Front. Educ., vol. Volume 8-2023, 2023, doi: 10.3389/feduc.2023.1206936. (2023).
4. Malkin, B.: The State of AI in Education 2025. Carnegie Learning, Inc., Pensilvania, EEUU. [En línea]. Disponible en: <https://discover.carnegielearning.com/hubfs/PDFs/Whitepaper%20and%20Guide%20PDFs/2025-AI-in-Ed-Report.pdf> (2025).
5. Elad, B: AI in Education Statistics 2025: Funding, Privacy, and Performance. In: SQ Magazine. Accedido: 7 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://sqmagazine.co.uk/ai-in-education-statistics/> (2025).
6. AI in Education : Opportunities and Challenges in 2025, Compilatio. Accedido: 7 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.compilatio.net/en/blog/ai-in-education> (2025).
7. Bourne, V.: Navegando la intersección entre la IA y la academia. Accedido: 7 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://latam.turnitin.com/whitepapers/ia-y-la-academia> (2025).
8. Finio, M., Downie, A.: La IA en el desarrollo de software | IBM. Accedido: 11 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ibm.com/mx-es/think/topics/ai-in-software-development> (2025).
9. Karpathy, A.: A.I. and Vibecoding Helped Me to Create My Own Software - The New York Times. Accedido: 11 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.nytimes.com/2025/02/27/technology/personaltech/vibecoding-ai-software-programming.html> (2025).
10. Harkar, S.: What is Vibe Coding? | IBM. Accedido: 11 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.ibm.com/think/topics/vibe-coding> (2025).
11. AI Model & API Providers Analysis. Artificial Analysis. <https://artificialanalysis.a> Accedido: 12 de octubre de 2025.
12. Guía Docente: Programación Web. ULPGC. Accedido: 11 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www2.ulpgc.es/aplicaciones/proyectosdocentes/pdf.php?id_proyecto=73438&NUEVA=1 (2025).
13. Castilla Campeny, A.: iaPWeb. Análisis de las Inteligencias Artificiales Generativas de código para programación web. 2025, Accedido: 11 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://accedacris.ulpgc.es/jspui/handle/10553/140856> (2025).
14. Ollama, <https://ollama.com>, Accedido: 11 de octubre de 2025.
15. Open WebUI. Open WebUI, <https://www.openwebui.com>. Accedido: 11 de octubre de 2025.
16. Bent D., *et al.*: Anthropic Education Report: How Educators Use Claude. [En línea]. Disponible en: <https://www.anthropic.com/news/anthropic-education-report-how-educators-use-claude> (2025).

Del Aula al Ecosistema Digital: Aprendizaje colaborativo en ámbitos de laboratorio con IA y Gemelos Digitales.

Carlos Jesús Sánchez Morales^{*a}, Mariana Hernández Pérez, Federico León Zerpa^a, Alejandro Ramos Martín^a, Vicente Henríquez Concepción^a, Miguel Francisco Ferrer Pareja,

^a Grupo de Innovación Educativa en Ingenierías Química y de Sistemas y Automática, Dpto. de Ingeniería de Procesos, ULPGC, Edificio Departamental de Ingenierías, Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria.

RESUMEN

Los procesos de enseñanza-aprendizaje en titulaciones de ingeniería y ciencias fundamentales requieren prácticas de laboratorio que desarrollen competencias técnicas e interpretativas sobre procesos y fenómenos observables. Este trabajo presenta una propuesta que integra metodologías activas, gemelos digitales y herramientas de Inteligencia Artificial (IA) en un entorno de laboratorio, articulada mediante aprendizaje colaborativo en equipos interdisciplinares (estudiantes procedentes de distintas ramas de la ingeniería). La combinación de IA y gemelo digital permite modelar sistemas, contrastar hipótesis y validar resultados de forma bidireccional, acercando el aula a la práctica profesional en estudios de fenómenos fisicoquímicos y sus posibles aplicaciones tecnológicas e industriales.

La IA multiplica la disponibilidad de recursos, contenidos y bases de datos, a la vez que ofrece asistencia técnica contextual para el análisis y la predicción de resultados. El objetivo prioritario es diseñar estrategias de aprendizaje significativo en forma de equipos y experimentos apoyados en IA y simulación, que ayuden al alumnado a comprender las relaciones entre variables y parámetros, fortalecer el manejo de software y equipamiento, y utilizar la IA como apoyo al razonamiento crítico (no como sustituto). Con ello se pretende potenciar el dominio en materias tecnológicas y la versatilidad del estudiantado para adaptarse a nuevas situaciones, favoreciendo además la motivación y la cohesión de grupo, especialmente valiosas en contextos con perfiles diversos.

Palabras clave: Inteligencia artificial, aprendizaje colaborativo, gemelo digital, pensamiento creativo, laboratorio.

1. INTRODUCCIÓN

Este trabajo parte del convencimiento de que el aprendizaje colaborativo, tanto en el ámbito académico como en el profesional, constituye un motor de mejora del rendimiento [1]. Se entiende “mejora” como la capacidad de obtener resultados formativos más sólidos y transferibles a contextos reales. Sobre esa base, nos situamos ante la irrupción acelerada de la Inteligencia Artificial (IA) en nuestro entorno: para algunos, una amenaza que pondría en cuestión los cimientos de la docencia y la generación de conocimiento; para nuestro equipo, siguiendo la enseñanza de la alegoría de la caverna de Platón, una oportunidad para salir de inercias y ampliar horizontes formativos [2].

La propuesta que aquí se presenta, plantea la adquisición de conocimiento fusionando el uso de herramientas digitales con un entorno de trabajo colaborativo, donde la interacción entre estudiantes conlleva una componente emocional que resulta clave para mejorar los resultados de aprendizaje [3]. Este enfoque nace y se valida en el Proyecto de Innovación Educativa “*UNILAB: Mejora del Aprendizaje Colaborativo en entornos de laboratorio mediante el uso de gemelo digital*”, y se orienta al desarrollo de prácticas experimentales en disciplinas donde la experimentación es imprescindible para comprender los conceptos de la materia.

Los principales objetivos que se pretenden conseguir con este proyecto son:

- Diseñar estrategias de aprendizaje significativo con apoyo en las nuevas tecnologías.

- Aumentar el conocimiento en materias básicas y tecnológicas que les capacite para el aprendizaje de nuevos métodos y teorías y les dote de versatilidad para adaptarse a nuevas situaciones.
- Capacitar en la resolución de problemas con iniciativa, toma de decisiones informadas y creatividad
- Introducir al estudiante en el uso de la IA como herramienta de aprendizaje, desde el razonamiento crítico.
- Desarrollar habilidades técnicas que incluyen el manejo de equipos y herramientas especializadas, la realización de experimentos, la recopilación de datos y la interpretación de resultados.

Las titulaciones técnicas, especialmente en ingeniería, se benefician de manera directa de este enfoque; con todo, su aplicación es también relevante en ciencias básicas y ciencias de la salud, ámbitos en los que la comprensión de los fundamentos teóricos está íntimamente ligada a la observación y medición de fenómenos [4]. Sostenemos que el trabajo en equipo y el intercambio de ideas enriquecen el aprendizaje y fomentan una comprensión más profunda de los contenidos, por lo que el proyecto se apoya en tres pilares: aprendizaje colaborativo, entorno de laboratorio y gemelo digital.

Como metodología, el aprendizaje colaborativo promueve la cooperación entre estudiantes para alcanzar metas comunes, y se despliega en un espacio seguro donde cada participante aporta desde su talento y fortalezas [5]. Incorporamos la perspectiva de las inteligencias múltiples y rescatamos para la universidad el enfoque EMOCREA, otorgando protagonismo a los aspectos emocionales y creativos como parte del desarrollo integral del estudiante [6], [7]. La cooperación, el intercambio de ideas y la explicación entre iguales consolidan el aprendizaje propio.

El desarrollo de este proyecto se particulariza para su aplicación en el entorno de las prácticas de laboratorio. Esto permite verificar y experimentar los conceptos teóricos, desarrollar habilidades prácticas y técnicas, y preparar a los estudiantes para los desafíos de su vida profesional. Favorece la autonomía, la responsabilidad, el pensamiento crítico y la capacidad de resolver problemas en un entorno controlado que permite el error como parte del proceso. En paralelo, es un contexto formativo idóneo para quienes se interesan por la investigación científica: mediante experimentos controlados, recogida de datos y análisis estadístico, el estudiantado puede involucrarse en proyectos, ensayar nuevas hipótesis y, potencialmente, contribuir al conocimiento en su campo; algo especialmente valioso para aquellos estudiantes que quieran seguir trayectorias académicas y de I+D.

Para maximizar el aprovechamiento, incorporamos el Prework: una fase de trabajo autónomo previo que prepara la práctica y desplaza parte de la asimilación conceptual fuera del aula. Así, el tiempo de laboratorio se reserva para la interacción de alto valor: experimentar, discutir, depurar y decidir. En consecuencia, el laboratorio asume el rol principal del aprendizaje, al favorecer el contacto directo con materiales, equipos y herramientas, y al reforzar la retroalimentación formativa [8].

El tercer pilar es el gemelo digital, concepto ampliamente consolidado en la industria, la ingeniería y las tecnologías emergentes [9]. Basado en datos en tiempo real y modelos computacionales, habilita una toma de decisiones más rápida e informada, permite modelar sistemas complejos y optimiza los tiempos de aprendizaje. Su incorporación al ecosistema educativo establece un puente con el entorno profesional, y en nuestro marco actúa además como vía de acceso a la IA: utilizamos la IA para generar y contrastar conocimiento, siempre desde una posición crítica, de discusión y verificación.

El uso del gemelo digital en el ámbito educativo ha generado un creciente interés en la producción científica, a partir del año 2018 y sobre todo durante y después de la pandemia de COVID-19, donde la búsqueda de alternativas virtuales a la enseñanza presencial se convirtió en necesidad, generando un giro hacia una transformación digital para mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. Además, se identificó que esta tecnología es especialmente aplicable a diferentes especialidades de la educación superior, principalmente para las titulaciones en ingeniería, donde la formación asistida mediante realidad virtual y simulación a través de gemelos digitales consiguen impacto en el aprendizaje de los estudiantes [10].

Existen en la bibliografía algunos casos recientes de aplicación industrial educativa como ejemplos de su implementación técnica y su valor formativo. Mao et al (2024) presentaron un proyecto de formación en fabricación aditiva donde los estudiantes construyen un gemelo digital del proceso de impresión 3D, monitorizan parámetros reales y virtuales, y analizan defectos. [11]. M Balla et al (2023) propusieron un estudio de dos casos de manufactura discreta, línea de producción más apilador de almacén, usando gemelo

digital con Unity y TIA Portal, con orientación formativa para Industria 4.0. [12] R Dai y Brell-Çokcan (2022) presentaron desde su laboratorio dedicado a la investigación y la formación universitaria en el ámbito de la construcción, la creación de un gemelo digital impulsado por Unreal Engine y con un protocolo de comunicación IoT, que logra sincronizar los flujos de datos bidireccionales ciberfísicos, gracias a una interacción en tiempo real y a los datos de la maquinaria y los procesos in situ [13]

Lejos de limitar o evitar su uso, en esta experiencia se aprovecha el potencial de la IA como se hace con cualquier herramienta de apoyo profesional, promoviendo un acercamiento responsable: comprender su funcionamiento, su dependencia de los datos de entrada y mantener control sobre los resultados [14]. Este enfoque exige dominio de la temática, lo que, a su vez, genera aprendizaje. Reconocemos, no obstante, el riesgo de dependencia tecnológica: de ahí la necesidad de equilibrar el gemelo digital y la IA con enfoques pedagógicos tradicionales, preservando habilidades que no pueden replicarse por completo mediante máquinas y manteniendo la toma de decisiones colaborativa. En definitiva, subrayamos el valor insustituible de la emoción humana como parte del proceso formativo [15].

En las secciones siguientes se detalla la implementación del proyecto, los resultados obtenidos y las lecciones aprendidas para su extensión a otros contextos disciplinares y niveles formativos.

2. METODOLOGÍA

La experiencia se ha implementado en la asignatura Instrumentación y Monitorización de Experimentos de último curso del Máster Universitario en Tecnologías y Procesos Industriales Avanzados Por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Esta asignatura, con fundamento en el perfil profesional del estudiante de ingeniería, pretende aportar la adquisición de competencias básicas para el uso, diseño y propuesta de sistemas, así como de técnicas instrumentales y de monitorización, orientadas a la experimentación en el ámbito de las tecnologías y procesos industriales avanzados. La Figura 1 muestra el laboratorio de termotécnica, entorno de trabajo donde se ha llevado a cabo la experiencia. De forma paralela, es una plataforma de aprendizaje básica para aquellos que quieran enfocar sus esfuerzos en el campo de la investigación. Esta asignatura está basada en un enfoque eminentemente práctico, su contenido plantea como objetivo fundamental que el estudiante desarrolle las capacidades y destrezas fundamentales para el diseño e implementación de sistemas de adquisición de datos y actuación, aplicados a tareas experimentales en proyectos de investigación y desarrollo dentro del ámbito de las tecnologías y los procesos industriales avanzados. Asimismo, contará con los conocimientos y competencias necesarias para la selección y utilización adecuada de sensores y transductores en entornos experimentales, así como para la formulación de estrategias de control acordes con las características y requerimientos del problema experimental planteado.



Figura 1. Entorno donde se desarrolla la metodología.

En el curso analizado se matricularon doce estudiantes, circunstancia favorable para pilotaje y testado de experiencias docentes innovadoras en laboratorio. Adicionalmente, el cambio de enfoque respecto a ediciones previas, frecuentemente mediado por expectativas informales transmitidas entre promociones, situó a la materia en una posición idónea para el “efecto sorpresa”, facilitando la adopción de nuevas dinámicas. La conformación de equipos heterogéneos e interdisciplinares (ingeniería en diseño industrial,

química, informática y telecomunicaciones) se realizó desde el inicio para aprovechar la complementariedad de perfiles y promover la construcción conjunta de conocimiento.

El núcleo metodológico fue el uso normalizado de la IA como herramienta de trabajo. En vez de prohibir o restringir su empleo, se diseñaron actividades que exigían su integración explícita, visibilizando fortalezas y limitaciones. Cada actividad incorporó puntos de control (checkpoints) para forzar la validación crítica de los resultados y la toma de decisiones informada por parte del alumnado. Se fomentó un flujo de trabajo con preparación autónoma previa (prework) y sesiones presenciales centradas en experimentación, discusión, depuración y contraste.

En uno de los ejemplos de aplicación, los estudiantes debían monitorizar y sensorizar un equipo de laboratorio creado por ellos mismos. En este caso se utilizó una galga extensiométrica conectada a un Arduino y a un módulo de señal de tráfico de Led. Los estudiantes debían obtener los valores de carga de la célula y establecer una señal luminosa de salida en relación con los valores límites preestablecidos. En este experimento la IA se ha encargado de generar y maquetar los códigos de programación de Arduino para el funcionamiento del equipo, asumiendo la tarea más mecánica y compleja para los no iniciados. Este trabajo hubiera necesitado de muchas horas de preparación previa por parte de los estudiantes. Además, se debe tener en cuenta que la programación en código máquina o de bajo nivel en entornos como Arduino no es adecuada para todo tipo de usuarios, especialmente en contextos educativos donde los estudiantes pueden carecer de experiencia previa en programación o electrónica. Este tipo de desarrollo exige no solo conocimientos técnicos básicos, sino también una disposición activa hacia el aprendizaje autodirigido y la resolución de problemas. Para usuarios no iniciados, la complejidad inherente al lenguaje y a la lógica de programación puede convertirse en una barrera significativa, generando frustración y desinterés. Esto puede afectar negativamente tanto el proceso de aprendizaje como la motivación, limitando el potencial formativo de estas herramientas si no se acompañan de una introducción progresiva y adecuada a su nivel de competencia. Sin embargo, con esta metodología y en una sola sesión, los estudiantes han conseguido hacer funcionar sus equipos. Han centrado sus esfuerzos en las tareas de depuración y optimización del código, aprovechando su tiempo para conseguir diseñar un correcto funcionamiento.

El desarrollo y aplicación del gemelo digital en este proyecto se justifica como una estrategia de integración entre el mundo físico y el virtual, permitiendo la representación digital exacta del equipo de laboratorio diseñado por los propios estudiantes. En este caso, se implementó con el cometido de registrar en tiempo real los valores de carga aplicados sobre la célula. Estos datos fueron transmitidos y sincronizados de forma bidireccional con el modelo digital, posibilitando tanto la monitorización continua del comportamiento físico del sistema como la respuesta inmediata del entorno virtual ante variaciones en las condiciones reales. Además, realizaba el control de la señal luminosa de salida, que se activaba al alcanzar los valores límite preestablecidos, demostrando así un alto nivel de sincronización y retroalimentación entre ambos entornos. Esta experiencia favoreció la comprensión práctica de la interacción ciber física y la utilidad del gemelo digital en el control y supervisión inteligente de sistemas experimentales.

La Figura 2 ilustra el montaje durante una sesión de trabajo colaborativo: el ordenador muestra en tiempo real la medición de la célula de carga, mientras el color del LED indica si los valores se encuentran en el sentido de carga esperado y dentro del intervalo de seguridad. Al fondo, se observan los grupos trabajando sobre sus equipos.

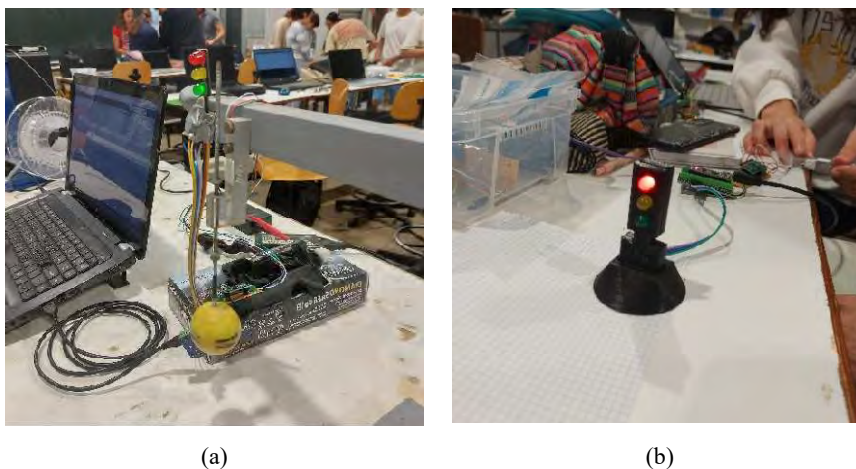


Figura 2. Experimento con célula de carga. a) Resultado para valores positivos de carga. b) Resultado para valores negativos de carga.

Los criterios de evaluación de la asignatura establecen que los estudiantes deben realizar estos trabajos prácticos en el aula y presentar los avances obtenidos bajo la supervisión del equipo docente. Este requerimiento programático constituye el punto de partida para el diseño de la actividad propuesta. Desde nuestro enfoque pedagógico, se promueve el aprendizaje colaborativo aprovechando la conformación de grupos heterogéneos, lo que facilita la construcción conjunta del conocimiento y el desarrollo de habilidades interpersonales. En este contexto, la dinámica de sana competencia entre equipos, presentada en forma lúdica, favorece la implicación activa del estudiantado. La motivación extrínseca generada por la posibilidad de obtener un resultado visible, en forma de correcto funcionamiento de los equipos, refuerza el compromiso con la tarea y potencia el proceso de enseñanza-aprendizaje.

De forma transversal, la propuesta formativa busca propiciar un cambio de conducta, orientado a los estudiantes hacia una transición de una actitud pasiva, habitualmente arraigada en las prácticas educativas tradicionales, hacia una participación más activa y comprometida en el proceso de aprendizaje. Este cambio se ve favorecido por la percepción positiva de mejora en sus propias capacidades, lo que genera satisfacción personal y refuerza su motivación intrínseca. Al reconocer el valor de la experiencia formativa y las oportunidades reales de adquisición de conocimiento, el alumnado tiende a involucrarse de manera más consciente, intentando sacar lo mejor de sí y asumiendo un rol protagonista, que enriquece la dinámica de enseñanza-aprendizaje y potencia el desarrollo de sus competencias.

En términos objetivos, la metodología resulta dinámica, útil y por tanto atractiva. El manejo del gran potencial de la IA como herramienta, combinada con el trabajo en equipo, permite el crecimiento en el aula. Pero lo que es más importante, crecer por igual.

El acercamiento al mundo de lo que hemos denominado "trabajo asistido", les ha abierto horizontes para su uso en otras aplicaciones desde un mejor dominio de la herramienta. Además, no les ha dejado dudas, de que el factor humano, para lo bueno y lo malo, sigue teniendo el control sobre la toma de decisiones.

Desde la perspectiva de los objetivos transversales de la iniciativa, el retorno emocional y motivacional experimentado por el equipo docente ha resultado ser un elemento clave, superando ampliamente las expectativas iniciales. Este tipo de retroalimentación positiva no solo refuerza el sentido del propósito profesional, sino que se consolida como un pilar fundamental para fomentar la implicación activa del profesorado en la exploración y adopción de nuevas formas de enseñar. La satisfacción emocional derivada de observar el impacto positivo en el aprendizaje del alumnado actúa, en este sentido, como un potente estímulo para la innovación pedagógica sostenida.

3. RESULTADOS

Para validar la efectividad del método aplicado, se implementa un examen inicial al comienzo del curso, compuesto por diez preguntas de control relacionadas con la temática de la asignatura. Este diagnóstico permite establecer una línea base del conocimiento previo del estudiantado. Al finalizar el curso, se realiza otro examen teórico equivalente con el mismo enfoque temático, con el fin de evaluar los avances y la consolidación de los conocimientos adquiridos a lo largo del proceso formativo. La comparación de los resultados obtenidos en ambos momentos proporciona una medida objetiva del impacto del método en el aprendizaje. No obstante, más allá de los resultados teóricos obtenidos en estos exámenes, la correcta funcionalidad de los experimentos desarrollados por los equipos de estudiantes, con una aplicación práctica y efectiva de los conocimientos adquiridos, resulta la validación más objetiva del aprendizaje.

Para respaldar la validez de los resultados obtenidos, es interesante hacer referencia a los siguientes puntos:

- El desarrollo del experimento se ha realizado con un grupo de estudiantes en el ámbito universitario y a nivel de máster. Son personas mayores de edad, a las que se les presupone alto grado de madurez, preparación, libertad de acción y de pensamiento.
- Se dispone de un grupo de estudiantes muy heterogéneo, con perfiles profesionales, edades, género, titulaciones y expectativas muy diferentes. Algunos con dilatada experiencia en el ámbito laboral y otros apenas comenzando. Estudiantes que han decidido continuar con sus estudios y otros ampliar sus horizontes formativos. La mayoría de estos perfiles, estaban nada o poco relacionadas con la temática de la asignatura.
- En caso de existir, la falta de motivación o desencanto por los contenidos programáticos, pueden provenir de una temática alejada de su titulación previa. Esto permite preestablecer un nivel de participación acorde a la motivación que reciban.

- Se trata de una asignatura a nivel de Máster, lo que garantiza una experiencia con pocos estudiantes y, por tanto, un control más exhaustivo de los objetivos pretendidos. Desde el punto de vista cuantitativo, los resultados pueden compararse fácilmente con los resultados de cursos anteriores.
- Los contenidos de la materia son específicos y por tanto novedosos en referencia a su formación académica previa, lo que implica dedicación y esfuerzo para ser superada.

A continuación, se exponen en diferentes apartados, los indicadores que consideramos reflejan de mejor manera los resultados positivos alcanzados tras la realización de la experiencia:

3.1. Calificaciones del examen inicial.

Para establecer resultados de aprendizaje, se ha considerado que el formato de prueba que se utilice para evaluar a los estudiantes influye directamente en qué tipo de habilidades se están midiendo. Inicialmente y como instrumento de diagnóstico se realizó un cuestionario tipo test multirrespuesta de 10 preguntas con puntuación mínima de 0 y puntuación máxima de 10. Este tipo de prueba resulta muy útil para establecer el nivel de conocimientos previos sobre la temática de la asignatura. Si bien es un formato que, desde el punto de vista cognitivo, se centra en el recuerdo y comprensión de la información proporcionada y teniendo en cuenta que el estudiante elige entre opciones dadas, es difícil valorar como llegó a la respuesta. Sin embargo, proporciona datos rápidos sobre si sabe o no, lo que resulta muy útil para establecer un diagnóstico inicial del aprendizaje. El uso de la variante de examen tipo test multirrespuesta, hace que el estudiante debe identificar todas las opciones correctas, lo que requiere una comprensión más completa, no solo reconocer una única respuesta evidente. Con una sola pregunta se pueden evaluar diferentes dimensiones de un contenido, lo que hace más eficiente el sistema de evaluación. El hecho de introducir respuestas antagónicas que puedan ser seleccionadas a la misma vez por el estudiante, permite establecer puntos de control que revelan un concepto mal entendido. En definitiva, permite que la probabilidad de acierto por azar sea muy baja y que los estudiantes puedan utilizar, de forma efectiva, estrategias de eliminación.

Con el objetivo de verificar si pudiera haber diferencias entre los resultados de aprendizaje, sin plantear la necesidad de disminuir el nivel ni segmentar de forma excluyente, sino con el objetivo de adaptar el enfoque pedagógico para responder a la diversidad real del alumnado, diseñar apoyos y metodologías específicas que favorezcan que todos los estudiantes alcancen los mismos niveles de aprendizaje, así como mejorar la equidad, idoneidad y eficacia del proceso formativo, se han establecido los diferentes perfiles del grupo de estudio.

Por un lado, se ha tenido en cuenta la diferencia de edad, relacionándola con el nivel de desarrollo cognitivo, madurez emocional y experiencia previa, lo que influye en cómo aprenden y qué pueden aprender con eficacia. En cuanto al diseño de la metodología, este parámetro puede condicionar si se utilizan enfoques más lúdicos, participativos o reflexivos, permitiendo establecer expectativas más realistas y adaptar los resultados de aprendizaje a las capacidades cognitivas y socioemocionales del grupo.

En cuanto al género, si bien no determina capacidades cognitivas, por factores socioculturales, puede influir en intereses, experiencias educativas previas, niveles de confianza, participación o percepción de ciertas áreas. Resulta interesante detectar o corregir sesgos de aprendizaje y analizar diferencias de logro por género puede revelar brechas educativas que requieren atención, como, por ejemplo, menor participación femenina en el manejo de herramientas y de equipos. Prestando atención a este apartado se pretende garantizar la equidad en el aprendizaje, diseñando resultados o estrategias que promuevan la inclusión y participación equitativa, sin reducir el nivel de exigencia. En definitiva, no se trata de tener resultados de aprendizaje distintos por género, sino de usar esta variable para garantizar igualdad de oportunidades y evitar sesgos en la evaluación.

Finalmente, los estudiantes que provienen de diferentes titulaciones o áreas de conocimiento traen consigo niveles y tipos de preparación dispares, lo que puede afectar su rendimiento frente a los resultados esperados en un nuevo contexto. La identificación previa permite establecer datos de entrada o de nivelación según los conocimientos previos típicos de cada titulación. Posibilita la creación de rutas de aprendizaje más personalizadas o adaptativas según el perfil académico previo y previene la posibilidad del fracaso académico al identificar las necesidades formativas derivadas de la titulación de origen, ayudando a cerrar brechas formativas antes de avanzar a aprendizajes más complejos.

En orden a establecer los diferentes perfiles del grupo de estudio, se han realizado las siguientes distinciones: la Tabla 1 distingue a los participantes por titulación de procedencia y género, mientras la Tabla 2 los separa por titulación de procedencia y edad.

Tabla 1. Distribución de estudiantes durante el curso por género y titulación de procedencia.

Género	Titulación de origen	Estudiantes
Femenino	Ingeniería en Diseño Industrial y desarrollo de Productos	4
	Ingeniería Química	3
Masculino	Ingeniería de Telecomunicaciones	1
	Ingeniería Informática	1
	Ingeniería en Diseño Industrial y desarrollo de Productos	3
	Ingeniería en Energía	1

Tabla 2. Distribución de los estudiantes por edad y titulación de origen.

Edad	Titulación de origen	Estudiantes
20 < E < 30	Ingeniería en Diseño Industrial y desarrollo de Productos	7
	Ingeniería Química	3
	Ingeniería informática	1
E > 45	Ingeniería de Telecomunicaciones	1
	Ingeniería en Energía	1

En base a esta información, la Figura 3 presenta la distribución de calificaciones según el perfil de ingreso del estudiantado, en concreto según la titulación de partida con la que accedieron al máster. No se aprecian diferencias relevantes en el rendimiento inicial entre los distintos perfiles de ingreso. De forma generalizada los conocimientos sobre la temática de la asignatura resultan muy pobres, lo que plantea un inicio del proceso de aprendizaje bastante homogéneo.

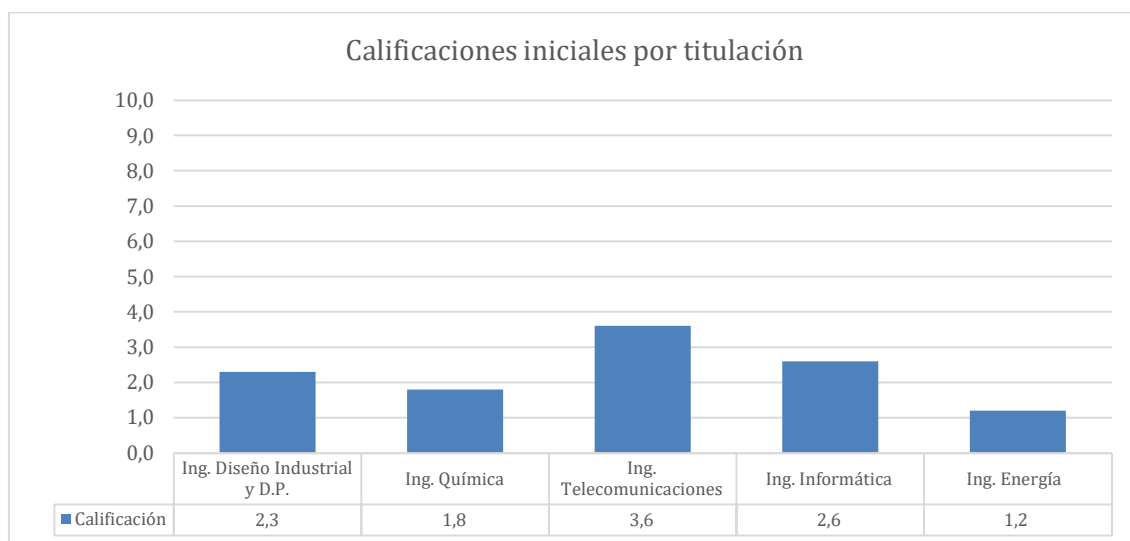


Figura 3. Distribución de calificaciones iniciales según el perfil del estudiante.

A continuación, la Figura 4 muestra los resultados de la misma prueba inicial en base al género y edad del alumnado. De forma similar no se aprecian diferencias en la preparación del equipo humano de trabajo bajo esta perspectiva.

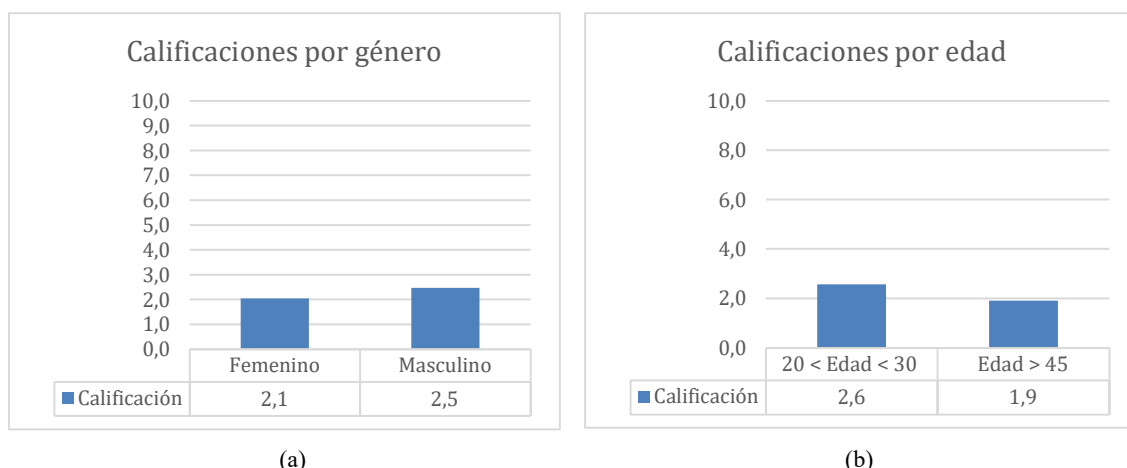


Figura 4. Media de puntuación inicial obtenida. a) En función del género. b) En función de la edad.

3.2. Calificaciones del examen final.

Para establecer el nivel alcanzado por los estudiantes durante el transcurso de la etapa formativa en la asignatura se realizó un examen al final del semestre. En este caso, con el propósito de evaluar la comprensión, aplicación y análisis de los conceptos desarrollados durante el semestre, se utilizó un tipo de examen con preguntas de concepto y de respuesta breve. Al igual que en el examen inicial de control, se estableció como puntuación mínima un 0 y como puntuación máxima un 10.

Con el uso de este formato se pretende que el estudiante demuestre su pensamiento, expresando con sus palabras el concepto, pudiéndose observar cómo construye y articula su comprensión. Desde el punto de vista de la retroalimentación de los resultados de aprendizaje, permite detectar conceptos erróneos o lagunas específicas en su razonamiento. Este formato requiere de una evaluación manual, más lenta y subjetiva, aunque, sin duda, más rica en información. Con el uso de este formato, del que el alumnado debe tener conocimiento desde el inicio del periodo formativo, se pretende estimular un aprendizaje activo. El estudiante debe recuperar, organizar y expresar ideas, lo que favorece un aprendizaje más duradero. El resultado esperado es que el estudiante explique, aplique o relacione los conceptos aprendidos. Para asegurar que la fiabilidad de los resultados, los conceptos incluidos en el examen inicial vuelven a ser objeto de evaluación, incluyéndose en varias de las preguntas realizadas.

La Figura 5 presenta la distribución de calificaciones finales según la titulación de partida con la que accedieron al máster.

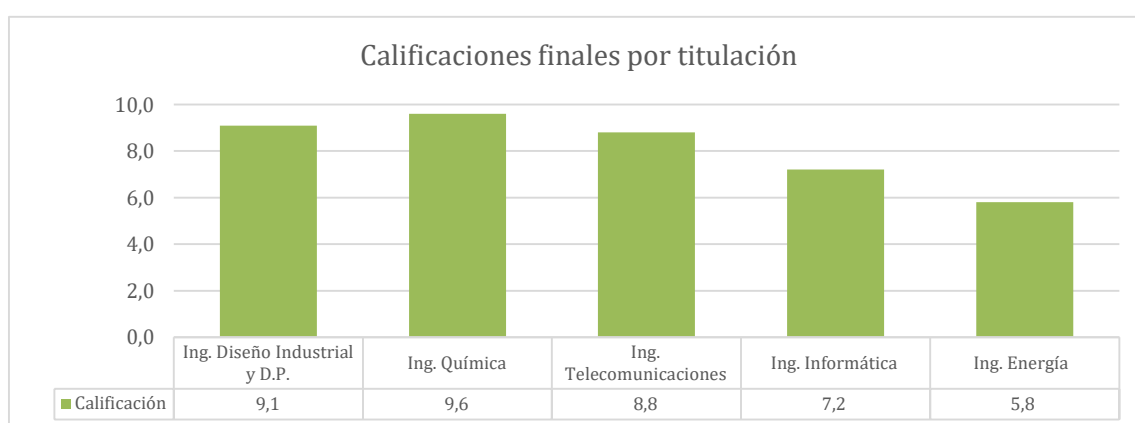


Figura 5. Distribución de calificaciones finales según el perfil del estudiante.

Los datos reflejan un crecimiento académico semejante a la vez que uniforme. Si bien, cabe señalar que el estudiante con formación extranjera es quien ha presentado mayores dificultades, en gran medida debido a la adaptación idiomática, de contenidos y terminología que debe realizar al incorporarse a esta universidad. Este elemento de dispersión confirma la validez de la metodología, pues a pesar de la barrera que pueden haber complicado la comprensión de algunas partes de la asignatura, ha conseguido superarla con éxito.

Exceptuando este caso, el resto de los estudiantes muestra un gran rendimiento final, incluso aquellos provenientes de titulaciones menos afines a la temática de la asignatura.

La Figura 6 muestra los resultados de la misma prueba final en base al género y edad del alumnado. Al promediar las calificaciones por género, se observa que los alumnos varones obtuvieron una media de 8,1, calificación que hubiese ascendido a 8,7 si se excluye la calificación del alumno Extranjero. Por su parte las alumnas alcanzaron una media de 9,3. Este promedio, ligeramente superior, tiene una gran relevancia, si se tiene en cuenta que la gran mayoría provenían de titulaciones con poca afinidad con el ámbito de la sensorización y el manejo de equipos electrónicos. Dado lo exitoso del resultado, y lo reducido de la muestra, estas diferencias deberían interpretarse, a priori, con cautela. No obstante, lo reducido del grupo de control, se torna en una ventaja, para poder establecer una valoración más que positiva. Esto ha permitido al profesorado hacer un seguimiento más exhaustivo y comprobar el crecimiento académico en cada una de las sesiones.

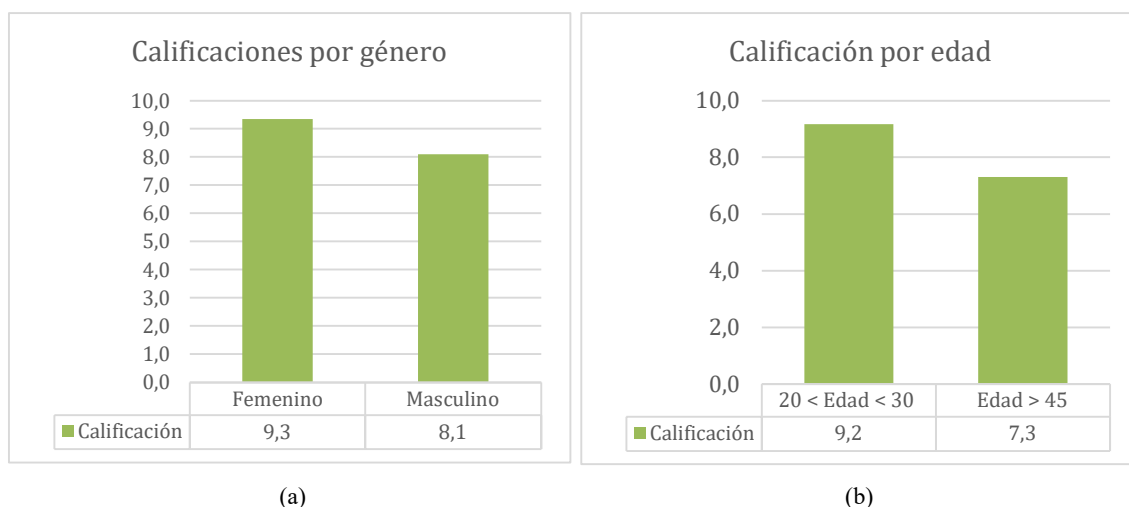


Figura 6. Media de puntuación final obtenida. a) En función del género. b) En función de la edad.

En referencia a la edad, los datos reflejan un crecimiento académico también semejante. De nuevo el elemento de dispersión toma relevancia en cuanto al valor final, ya que el estudiante extranjero pertenece al segundo grupo. No obstante, una diferencia de sólo dos puntos es un éxito, si se tiene en cuenta que ha este segundo grupo pertenecen estudiantes que compaginan familia, trabajo y estudios.

Por último, se ha realizado un análisis por titulación dentro de cada género, que resulta limitado por el escaso tamaño de cada subgrupo. No obstante, si se tienen en cuenta sólo a los estudiantes del grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos, la única titulación con un número equilibrado de estudiantes de ambos géneros se observa que la diferencia es muy poca y en ambos casos han conseguido la calificación de sobresaliente. La Figura 7 evidencia que los resultados son excelentes independientemente del género del estudiante.

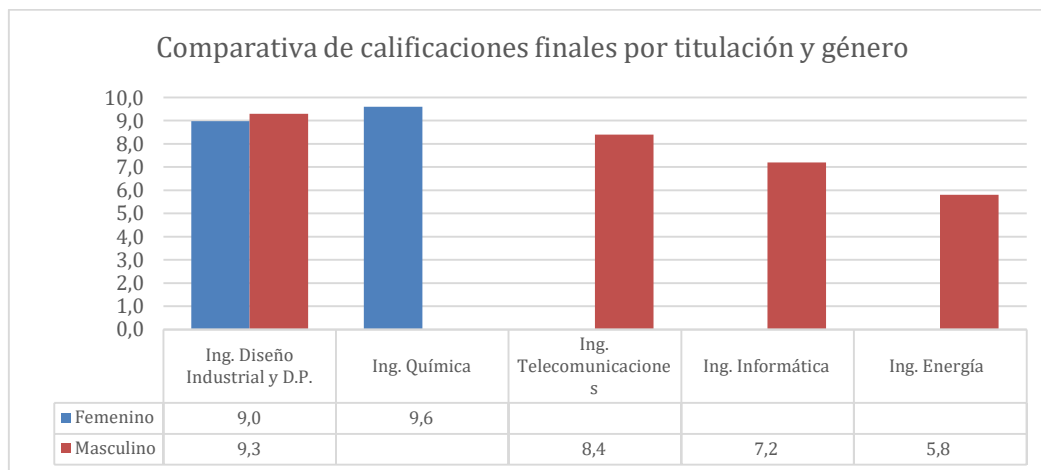


Figura 7. Comparativa de calificaciones finales por titulación y género.

A modo de resumen la Tabla 3 representa las calificaciones iniciales y finales en base a la titulación de origen y el promedio de dichas calificaciones. Tal y como se puede observar el porcentaje de mejora en las calificaciones promedio es muy relevante.

Tabla 3. Calificaciones promedio en base a la titulación de origen.

Titulación de origen	Calificación Inicial	Calificación Final
Ingeniería en Diseño Industrial y desarrollo de Productos	2,3	9,1
Ingeniería Química	1,8	9,6
Ingeniería informática	3,6	8,8
Ingeniería de Telecomunicaciones	2,6	7,2
Ingeniería en Energía	1,2	5,8
Promedio:	2,3	8,1

3.3. Evaluación cualitativa.

Con el objetivo de valorar el impacto de la propuesta desde el punto de vista cualitativo, se diseñó un conjunto mixto de instrumentos de evaluación orientados a medir la motivación, la participación y la percepción del alumnado. Se utilizaron cuestionarios adaptados al contexto universitario de ingeniería (Intrinsic Motivation Inventory, System Usability Scale y escalas de percepción tecnológica), complementados con rúbricas de observación y análisis de trazas digitales (learning analytics). Asimismo, se realizaron entrevistas semiestructuradas para obtener evidencias cualitativas sobre la experiencia formativa. Algunos de los comentarios de los estudiantes: “*Me sentí capaz de manejar los equipos digitales sin ayuda*”, “*Me gustaría seguir usando esta tecnología en otras asignaturas*”, “*El uso del gemelo digital hizo las prácticas más interesantes*”, muestran interesantes reflexiones individuales que integran el aprendizaje, la emoción y la autopercepción de progreso en los contenidos programáticos.

3.4. Limitaciones y alcance del Estudio.

En relación con la implementación de la metodología con respecto a cursos anteriores, se han analizado los datos correspondientes a las calificaciones en los últimos 3 cursos académicos para esta asignatura. Comparando las calificaciones medias se ha podido apreciar una evolución positiva, ya que existe un cambio en la dinámica con respecto a cursos anteriores. Es igualmente relevante señalar que, al contrario que en cursos anteriores, en el curso 2023/24 se produce una mínima desviación entre las calificaciones individuales de cada estudiante y la calificación media del conjunto, lo que vuelve a incidir en las bondades del trabajo grupal.

A pesar de los resultados prometedores obtenidos, este estudio presenta varias limitaciones que deben considerarse al interpretar los hallazgos. En primer lugar, el tamaño reducido de la muestra limita la generalización de los resultados a otros contextos educativos. Asimismo, la ausencia de análisis estadísticos inferenciales impide establecer relaciones causales sólidas entre las variables estudiadas, por lo que las conclusiones deben entenderse como exploratorias. Finalmente, el alcance del estudio se circunscribe a un contexto institucional y temporal específico, en un entorno de titulación universitaria a nivel de máster. Esto plantea una restricción de aplicabilidad directa a programas de grado u otros niveles formativos, donde parece lógico pensar que fuera necesario implementar adaptaciones. Estas limitaciones abren la oportunidad para futuras investigaciones que amplíen la muestra, incorporen métodos cuantitativos más robustos y profundicen en el análisis de la efectividad de las estrategias de innovación educativa propuestas.

4. CONCLUSIONES

El eje de la propuesta ha sido la utilización de la IA como herramienta de trabajo. Lejos de prohibirla o limitarla, se optó por aprovechar su potencial integrándola de forma explícita en las actividades. Esta normalización hizo visibles tanto sus ventajas como sus límites y, gracias a puntos de control en el diseño, exigió al estudiantado aplicar pensamiento crítico y contrastar resultados para alcanzar soluciones óptimas.

La implementación del proyecto puede considerarse positiva. La incorporación de metodologías activas y de recursos tecnológicos incrementó de forma notable la motivación hacia el aprendizaje, favoreciendo la participación, la colaboración y el razonamiento informado. Asimismo, se fortalecieron competencias transversales como la resolución de problemas, el trabajo en equipo y la autonomía a lo largo del proceso formativo.

Pese a la diversidad de perfiles del alumnado, se observó un interés y un nivel de comprensión semejantes respecto a los contenidos abordados. La experiencia se planteó con un objetivo concreto y alcanzable, lo que incrementó la receptividad y generó un estado de ánimo propicio para sostener el esfuerzo, con recompensas tanto emocionales como académicas. En este sentido, la experiencia sensorial adquirió un papel relevante como generadora de recuerdo significativo.

Este enfoque demanda un mayor esfuerzo del equipo docente, tanto en el diseño como en el acompañamiento de las actividades. No obstante, el retorno pedagógico compensa con creces: los resultados obtenidos superan las expectativas, y la posibilidad de incidir positivamente en el clima emocional del grupo mientras se construye conocimiento constituye una recompensa formativa de gran valor. Integrar las emociones de manera intencional en el proceso enriquece y potencia el aprendizaje

En definitiva, al trabajar en equipo como motor de mejora continua, un grupo cohesionado se convierte en un soporte productivo y eficaz, plenamente capaz en estos contextos de asegurar la asimilación de los contenidos programáticos y la mejora de las competencias profesionales. La combinación de IA, aprendizaje colaborativo y práctica de laboratorio se confirma, así como una vía viable y valiosa para elevar la calidad del aprendizaje.

AGRADECIMIENTOS

Al Vicerrectorado del Profesorado Ordenación Académica e Innovación Educativa de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y al Vicerrectorado de Docencia de La Universidad de La Laguna, por la iniciativa de su programa conjunto de Convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa 2024, que nos ha dado la oportunidad de desarrollar este proyecto.

A los estudiantes de la asignatura *Instrumentación y Monitorización de Experimentos* del curso 2023/24 por su predisposición para con esta iniciativa. Su activa participación y su implicación personal en cada una de las actividades propuestas han dado como resultado una respuesta positiva que anima a seguir investigando en nuevas maneras de trabajar la docencia.

REFERENCIAS

- [1] J. Chisag, «Aprendizaje colaborativo y su influencia efectiva en el rendimiento académico.», *MQRInvestigar*, vol. 7, pp. 2291-2309, feb. 2023, doi: 10.56048/MQR20225.7.1.2023.2291-2309.
- [2] E. Futura, «La Inteligencia Artificial amenaza el desarrollo del pensamiento crítico en estudiantes, dice especialista», *Educación Futura*. Accedido: 10 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.educacionfutura.org/la-inteligencia-artificial-amenaza-el-desarrollo-del-pensamiento-critico-en-estudiantes-dice-especialista/>
- [3] X. Huang y S. Lajoie, «Social emotional interaction in collaborative learning: Why it matters and how can we measure it?», *Social Sciences & Humanities Open*, vol. 7, p. 100447, ene. 2023, doi: 10.1016/j.ssaho.2023.100447.
- [4] «(PDF) Prácticas de laboratorio que fortalecen la comprensión del campo eléctrico para estudiantes de Ingeniería en Ciencias de la Tierra». Accedido: 10 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/377829325_Practicas_de_laboratorio_que_fortalecen_la_comprension_del_campo_electrico_para_estudiantes_de_Ingenieria_en_Ciencias_de_la_Tierra
- [5] H. Dalimunthe, I. Dewi, Y. Yunita, F. Faadhil, y D. Lubis, «Building a Supportive Learning Environment: The Role of Psychology in Increasing Student Motivation and Engagement», *OPSearch: American Journal of Open Research*, vol. 3, pp. 934-939, abr. 2024, doi: 10.58811/opsearch.v3i4.107.
- [6] A. F. R. Hernández, F. J. B. Espinosa, y E. Kostiv, «EMOCREA e inspección educativa: realidades y retos», *Avances en Supervisión Educativa*, n.º 37, jun. 2022, doi: 10.23824/ase.v0i37.757.
- [7] A. Rodríguez-Hernández, «Emocreatividad o el corazón emocional de la creatividad», *Revista Creatividad y Sociedad*, vol. 37, pp. 74-85, dic. 2022, doi: 10.37475/GYVE5102.
- [8] M. Peteroy-Kelly, «Online Pre-laboratory Modules Enhance Introductory Biology Students' Preparedness and Performance in the Laboratory», *J Microbiol Biol Educ*, vol. 11, n.º 1, pp. 5-13, may 2010, doi: 10.1128/jmbe.v11.i1.130.
- [9] M. Martin y L. A. B. Midwest, «The Power of Digital Twins in Education & Across the Economy», *LAB Midwest*. Accedido: 10 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://labmidwest.com/the-power-of-digital-twins-in-education-across-the-economy/>
- [10] O. Chamorro-Atalaya, C. H. Flores-Velásquez, J. A. Arévalo-Tuesta, M. Zevallos-Castañeda, y R. Alarcón-Anco, «Use of Digital Twin Technology in the Teaching-Learning Process, in the field of

- University Education: A Bibliometric Review», *International Journal of Learning, Teaching and Educational Research*, vol. 23, n.º 2, pp. 313-329, 2024.
- [11] H. Mao, Y. Shan, y H. EisaZadeh, «Digital Twin for Additive Manufacturing and Smart Manufacturing Education», presentado en 2024 ASEE Annual Conference & Exposition, 2024.
- [12] M. Balla, O. Haffner, E. Kučera, y J. Cigánek, «Creating a Digital Twin of the Production Line in TIA Portal, Unity and Game4Automation Framework».
- [13] R. Dai y S. Brell-Çokcan, «Digital twins as education support in construction: a first development framework based on the Reference Construction Site Aachen West», *Construction Robotics*, vol. 6, n.º 1, pp. 75-83, 2022.
- [14] «El uso de la IA en la educación: decidir el futuro que queremos». Accedido: 10 de octubre de 2025. [En línea]. Disponible en: <https://www.unesco.org/es/articles/el-uso-de-la-ia-en-la-educacion-decidir-el-futuro-que-queremos>
- [15] L. Toribio, «¿IA, aliada o amenaza para la docencia?».

Inteligencia artificial multimodal: nuevas formas de aprender y enseñar veterinaria

Esteban Pérez-García^{a,b}, Miguel A. Quintana-Suárez^{*a,c}, Ana S. Ramírez^{a,b}, Magnolia Conde-Felipe^{a,d}, Conrado Carrascosa-Iruzubieta^{a,b}, Esther Sanjuán-Velázquez^{a,b}, José R. Jaber^{a,c}

^a Grupo de Innovación Educativa VETFUN - Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC),

^b Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los Alimentos (ULPGC), ^c Departamento de Ingeniería Telemática (ULPGC), ^d Departamento de Sanidad Animal - Universidad de Córdoba, ^e Departamento de Morfología (ULPGC).

RESUMEN

En los últimos años, la inteligencia artificial (IA) ha revolucionado la enseñanza veterinaria. Su mayor potencial radica en la capacidad de combinar distintos tipos de información (texto, imágenes, audio y video) para crear entornos educativos que reflejen con realismo la complejidad del mundo profesional. Estas tecnologías están revolucionando áreas tan diversas como la anatomía, la patología, la sanidad animal o la tecnología de los alimentos, ya que permiten complementar la formación práctica con simulaciones interactivas, análisis de datos y retroalimentación adaptada a cada estudiante. Al mismo tiempo, promueven un aprendizaje más personalizado y el fortalecimiento de competencias esenciales. Aun así, su adopción debe ir acompañada de una reflexión ética que garantice un uso responsable y equilibrado en la formación de los futuros veterinarios.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Docencia universitaria, Veterinaria

1. INTRODUCCIÓN

La inteligencia artificial (IA) es una rama de la informática enfocada en crear sistemas que puedan llevar a cabo actividades que, de manera habitual, necesitan de la inteligencia humana, como son el razonamiento, el aprendizaje, la resolución de problemas o la comprensión del lenguaje. Las tecnologías que la conforman incluyen el procesamiento del lenguaje natural, la robótica, el aprendizaje automático (*machine learning*) y el aprendizaje profundo (*deep learning*), las cuales posibilitan que los ordenadores y las máquinas gestionen datos, tomen decisiones y se ajusten a información nueva [1][2].

En los últimos años, la IA ha demostrado un enorme potencial transformador que afecta a casi todos los sectores de la sociedad, revolucionando campos tan variados como el transporte, las finanzas, la salud, la industria manufacturera o el entretenimiento y, por supuesto, la educación. En este último caso, la IA permite automatizar procesos complejos, optimizar la toma de decisiones y abrir puertas a oportunidades que antes se creían inalcanzables [1][3].

De esta manera en el ámbito educativo, la incorporación de la IA está transformando la enseñanza, el aprendizaje y la gestión académica mediante una gran variedad de herramientas innovadoras. Gracias a estas tecnologías, es posible personalizar el aprendizaje, automatizar tareas administrativas y ofrecer nuevas formas de apoyo tanto a docentes como a estudiantes. En el ámbito de la docencia en Veterinaria, la IA ha comenzado a ocupar un papel cada vez más relevante. Su avance está transformando la forma en que se enseña y se asimila el conocimiento, impulsando una auténtica renovación en la preparación de los futuros profesionales. Hoy, la IA brinda a docentes y estudiantes oportunidades únicas para adaptar la enseñanza a cada individuo, perfeccionar el aprendizaje práctico, optimizar procesos académicos y generar experiencias formativas más dinámicas y envolventes [4].

Desde la perspectiva constructivista, la IA puede actuar como andamio educativo, proporcionando apoyo temporal para que los estudiantes adquieran competencias que les permitan alcanzar su autonomía en el proceso de aprendizaje. En ciencias de la salud, se ha comprobado que los *Large Language Models* (LLMs) usados como cotutores, mejoran la motivación y el aprendizaje cuando se combinan con la supervisión docente [5].

*mangel.quintana@ulpgc.es

El presente trabajo tiene como objetivo revisar de manera narrativa la incorporación de la IA, especialmente en su vertiente multimodal, en la enseñanza universitaria de Veterinaria. Se busca identificar las principales aplicaciones actuales, los beneficios pedagógicos, los desafíos éticos y las oportunidades que ofrecen estas tecnologías para mejorar el aprendizaje práctico y la toma de decisiones clínicas en la formación veterinaria.

2. MÉTODOS

Para desarrollar el presente artículo se llevó a cabo una revisión bibliográfica de carácter narrativo centrada en la aplicación de la IA en educación veterinaria, optando por un enfoque cualitativo dada la naturaleza del tema y la diversidad de fuentes que abordan la IA educativa desde perspectivas tecnológicas, clínicas y formativas.

La búsqueda bibliográfica se realizó en bases de datos y plataformas de indexación científica como Scopus, Web of Science, PubMed y Google Scholar, priorizando publicaciones recientes (preferentemente entre 2020 y 2025), aunque se incluyeron también algunos trabajos previos de carácter fundacional que aportan contexto teórico. Se utilizaron combinaciones de términos en inglés y español relacionados con *artificial intelligence*, *veterinary education*, *machine learning*, *multimodal learning* y educación superior, ajustando las estrategias de búsqueda según la base de datos.

Se seleccionaron los estudios que abordaban el uso educativo de la IA en la docencia universitaria, con especial atención a las áreas de sanidad animal, anatomía veterinaria, parasitología y ciencias de los alimentos, por su relevancia en la formación profesional del veterinario. Los trabajos incluidos abarcan tanto investigaciones empíricas como revisiones, informes institucionales y experiencias docentes publicadas, siempre que aportaran una perspectiva aplicable al contexto académico.

Los ejemplos y casos prácticos mencionados en el texto fueron elegidos por su representatividad, actualidad y aplicabilidad didáctica, reflejando las principales tendencias observadas en la literatura. Asimismo, se revisaron modelos y casos de uso de IA relevantes (como sistemas de tutorización inteligente, análisis multimodal o simulaciones clínicas) y documentos institucionales que ofrecen evidencia sobre tendencias pedagógicas, beneficios formativos y desafíos éticos vinculados a su uso.

Este enfoque permitió integrar distintas fuentes de información en una síntesis narrativa orientada a identificar las oportunidades, limitaciones y retos que plantea la IA multimodal en la enseñanza veterinaria universitaria.

3. IA EN EL GRADO EN VETERINARIA

El Grado en Veterinaria, por su carácter multidisciplinar y su alto nivel de especialización, plantea retos complejos en el que la IA puede convertirse en una herramienta valiosa. La formación universitaria en esta área abarca numerosas disciplinas, cada una con demandas propias que encuentran en esta herramienta un aliado estratégico. Desde la anatomía comparada y la patología clínica hasta la medicina preventiva o la tecnología de los alimentos, cada disciplina puede beneficiarse de soluciones basadas en IA diseñadas para sus particularidades. Esta transformación digital no solo eleva la calidad del proceso educativo, sino que también prepara a los futuros profesionales para un entorno laboral donde la tecnología tendrá un papel cada vez más decisivo.

La digitalización de procesos clínicos, la expansión de la patología digital y el desarrollo de la ganadería de precisión han creado un ecosistema en el que la formación de futuros veterinarios debe incluir competencias digitales y el manejo crítico de estas tecnologías [6][7]. La IA, lejos de sustituir el aprendizaje práctico y el juicio clínico, aporta un valor complementario, permitiendo experiencias de aprendizaje más interactivas, accesibles y contextualizadas. No obstante, hay que tener en cuenta que la IA no reemplaza las experiencias prácticas ni el razonamiento clínico, pero puede enriquecer la formación, fomentar la autonomía y acercar al estudiantado a las realidades tecnológicas de la profesión [8].

Progresivamente, se está adoptando la IA en la docencia veterinaria a través de proyectos de colaboración entre empresas y universidades de reconocido prestigio. Aquí destaca la colaboración entre el College of Veterinary Medicine and Biomedical Sciences de la Universidad Estatal de Colorado (CSU) y la plataforma CoVet. Esta alianza pone a disposición de estudiantes, residentes y profesores herramientas avanzadas de transcripción y asistencia clínica, que

facilitan la redacción de notas, la simulación de casos y la obtención de retroalimentación inmediata. Más allá de fortalecer las competencias técnicas, CoVet contribuye a preparar a los futuros veterinarios para un entorno cada vez más digitalizado, representando una apuesta estratégica para mejorar la eficacia clínica y afrontar los desafíos tecnológicos de la profesión [9].

Por otro lado, VetClinPathGPT es un ChatGPT personalizado que actúa como tutor virtual en patología clínica veterinaria. Se distingue por basar sus respuestas únicamente en fuentes fiables, como libros de texto de acceso abierto con licencias Creative Commons y el portal académico eClinPath de la Universidad de Cornell. De este modo, garantiza una información precisa y permite a los estudiantes formular preguntas y obtener referencias o enlaces específicos según sus necesidades [4].

La capacidad multimodal de la IA resulta crucial a la hora de ampliar sus posibilidades en las distintas asignaturas que componen el grado en veterinaria de las distintas universidades españolas.

En este contexto, resultan útiles los siguientes tipos de entradas de manera general:

- **Texto:** descripciones clínicas, informes veterinarios, literatura científica...
- **Imágenes:** radiografías, fotografías clínicas, imágenes microscópicas, ecografías...
- **Video:** secuencias de movimiento animal, procedimientos quirúrgicos, comportamiento...
- **Audio:** sonidos cardíacos, respiratorios, vocalizaciones animales...

Esta integración permite que la IA no solo analice cada tipo de información por separado, sino que establezca relaciones significativas entre las diferentes modalidades, generando una comprensión más completa y contextualizada del problema o situación presentada.

Seguidamente se presentan algunos casos prácticos para ejemplificar con mayor claridad las posibilidades de la multimodalidad:

Caso 1: Diagnóstico cardiológico

Las entradas podrían ser:

- Texto: historia de un perro con disnea.
- Imagen: radiografía torácica y ecocardiograma.
- Video: comportamiento del animal durante el ejercicio.
- Audio: grabación de soplo cardíaco.

El estudiante debe integrar toda esta información para llegar al diagnóstico, y la IA puede evaluar tanto las conclusiones como el proceso de razonamiento.

Caso 2: Evaluación quirúrgica

Las posibles entradas en este caso serían, por ejemplo:

- Texto: informe post-quirúrgico.
- Imagen: fotografías del sitio quirúrgico.
- Video: procedimiento de ovariectomía realizado por el estudiante.
- Audio: explicaciones verbales durante la cirugía.

La IA multimodal puede evaluar la técnica quirúrgica, la comprensión anatómica verbalizada, la calidad del informe y los resultados visuales de forma integrada.

Por tanto, las capacidades multimodales representan un avance significativo hacia sistemas educativos más completos y realistas, que preparan mejor a los estudiantes para la complejidad de la práctica clínica real, donde la integración de múltiples fuentes de información es esencial para el éxito profesional.

La capacidad multimodal de muchas IAs hace referencia a la habilidad de estos sistemas para procesar, comprender e integrar simultáneamente diferentes tipos de información o “modalidades” de datos. A diferencia de los sistemas tradicionales que operan con un solo tipo de entrada (por ejemplo, únicamente texto), los modelos multimodales pueden además trabajar de forma coordinada con imágenes, audio y vídeo.

Los modelos multimodales funcionan mediante arquitecturas especializadas que pueden:

1. Codificar cada modalidad en representaciones numéricas comprensibles para el sistema.
2. Fusionar estas representaciones en un espacio común de comprensión.
3. Razonar sobre las relaciones entre diferentes tipos de información.
4. Generar respuestas que integren conocimiento de múltiples fuentes.

A continuación, se detallan algunas posibilidades en varios de los grandes ámbitos que podemos encontrar en Veterinaria.

3.1 Sanidad Animal

El área de Sanidad Animal integra una formación esencial tanto para la prevención, el diagnóstico y control de enfermedades animales como para garantizar la salud pública. Aquí, la IA está desempeñando un papel cada vez más relevante en la enseñanza de la sanidad animal gracias a la incorporación de simulaciones interactivas, tutores virtuales inteligentes y sistemas de análisis predictivo. Estas herramientas permiten adaptar el aprendizaje a las necesidades de cada estudiante, facilitar la comprensión de modelos epidemiológicos y entrenar la toma de decisiones ante situaciones críticas de salud pública. Además, la IA posibilita una evaluación automatizada y el uso de datos reales en entornos prácticos, lo que resulta especialmente valioso en áreas como la epidemiología, las enfermedades infecciosas, la medicina preventiva y la salud pública [10].

3.2 Anatomía Veterinaria e Imagen Médica

En el grado de veterinaria, la anatomía es una asignatura esencial que combina teoría y práctica [11][12]. Aunque los atlas, láminas y textos ofrecen la base teórica, el eje central de su enseñanza sigue siendo la práctica directa con especímenes y la disección de cadáveres.

En anatomía veterinaria, la IA se utiliza para mejorar las capacidades diagnósticas, el análisis de imágenes y el reconocimiento de patrones. Sin embargo, también enfrenta importantes desafíos, uno de los principales es la necesidad de contar con datos extensos y de alta calidad para entrenar los algoritmos [13]. Algoritmos de *deep learning*, como las redes neuronales convolucionales (CNN), han demostrado gran capacidad para distinguir imágenes normales de fracturas, tumores y anomalías estructurales, incluso en fases tempranas, mejorando la sensibilidad y especificidad diagnóstica [14]. Por otro lado, ámbitos relacionados como el de la ortopedia veterinaria, se han desarrollado modelos para predecir la presencia de displasia de cadera y codo en perros jóvenes a partir de imágenes y parámetros clínicos [15].

3.3 Parasitología

Las asignaturas de Parasitología y de Enfermedades Parasitarias constituyen un pilar fundamental en la docencia del Grado en Veterinaria al proporcionar los conocimientos básicos necesarios para la comprensión e integración de otras asignaturas, tanto del mismo curso como de cursos superiores.

En investigación en parasitología, la IA ha sido muy útil en campos diversos, como la identificación de especies de mosquitos de relevancia en Salud Pública [16], el diagnóstico y control de diferentes enfermedades parasitarias [17][18], y en la lucha contra la malaria mediante la búsqueda de nuevos fármacos y control de vectores [19...21] entre otros.

3.4 Ciencias de los Alimentos

El conjunto de asignaturas que se pueden incluir dentro de las Ciencias de los alimentos (como por ejemplo higiene e inspección de alimentos o tecnología de alimentos) permiten comprender los procesos de producción, conservación y control de calidad de productos de origen animal, además de proporcionar las bases para garantizar la inocuidad de los alimentos destinados al consumo humano. Todos ellos aspectos clave para aquellos que desempeñen su labor profesional en estos ámbitos.

Trabajos recientes han demostrado [22] que las áreas más tratadas por la IA en ciencia de los alimentos son la seguridad alimentaria, el control y optimización de procesos, la calidad del producto y la trazabilidad. La IA se presenta como una aliada que permite simular escenarios sin riesgos reales, facilitando el aprendizaje seguro y práctico. Los laboratorios virtuales y entornos de realidad aumentada desarrollados con IA han demostrado mejorar tanto la comprensión conceptual como la adquisición de destrezas prácticas [23][24].

Actualmente en el ámbito de las ciencias de los alimentos se llevan a cabo experiencias en las que los estudiantes asumen el rol de consultores de una planta de procesado y, mediante modelos predictivos, proponen estrategias para optimizar la

eficiencia de los procesos. Estas prácticas convierten la clase en un laboratorio de simulación profesional, donde se integran conocimientos técnicos, competencias en análisis de datos y habilidades de comunicación de resultados [25].

4. LIMITACIONES Y RIESGOS

En el campo veterinario, diversos documentos de orientación profesional destacan tanto el potencial como los riesgos asociados al uso de la IA, insistiendo en la importancia de formar a los futuros profesionales en la evaluación crítica de los sistemas y en un uso ético y responsable de estas herramientas [7] Paralelamente, estudios multicéntricos revelan que, aunque el interés del alumnado por estas tecnologías es elevado, también existe una clara demanda de regulación, formación estructurada y garantías éticas que respalden su aplicación [6][26].

Además, se recomienda que la regulación contemple las particularidades del sector veterinario. Por ejemplo, la Georgia Veterinary Medical Association establece que todas las aplicaciones de IA deben cumplir con leyes de protección de datos, privacidad y regulaciones específicas sobre salud [27]. En Europa, el Reglamento General de Protección de Datos (GDPR) exige principios como la minimización de datos, el consentimiento informado y la transparencia algorítmica [28].

La incorporación de la IA en la formación veterinaria debe concebirse como un medio para potenciar, y no sustituir, las competencias profesionales del alumnado. Estas herramientas deben emplearse para reforzar la capacidad analítica, el juicio clínico, la interpretación de datos y la toma de decisiones basadas en la evidencia. Para ello, es fundamental que los estudiantes comprendan que la IA actúa como un apoyo complementario al conocimiento científico y la experiencia profesional, no como su reemplazo [29][30]. Uno de los principales retos asociados a su uso es el sesgo algorítmico, que puede comprometer la exactitud diagnóstica en determinadas razas o especies. Por ello, las instituciones educativas deben promover una formación crítica orientada a reconocer, evaluar y mitigar estos sesgos, fomentando una práctica veterinaria ética, equitativa y tecnológicamente responsable.

5. CONCLUSIONES

La incorporación de la IA en la docencia veterinaria supone una transformación estratégica que trasciende lo meramente tecnológico. La IA se presenta como un aliado pedagógico que enriquece el aprendizaje, permite personalizar la enseñanza y prepara a los futuros profesionales para desenvolverse en un entorno clínico y científico cada vez más digital. Entre sus beneficios destacan la simulación de casos clínicos, el análisis multimodal de datos, la tutoría inteligente y la evaluación automatizada, todas ellas herramientas que fortalecen la comprensión conceptual, la autonomía y el pensamiento crítico.

Sin embargo, es importante resaltar que su éxito exige una implementación ética y contextualizada. Es necesario formar a los estudiantes en un uso responsable de la IA, garantizar la equidad de acceso, prevenir sesgos y preservar el juicio clínico como base de la práctica veterinaria. La IA no debe reemplazar el papel del docente ni a la experiencia humana, sino potenciarla, situándose al servicio de una educación inclusiva, rigurosa y adaptada a los retos actuales. En este contexto, las facultades de veterinaria tienen la oportunidad de liderar la integración de la innovación tecnológica con la excelencia académica y la responsabilidad profesional.

En comparación con la enseñanza tradicional, la adopción de la IA multimodal aporta un valor añadido al favorecer la integración de distintos tipos de información, la simulación interactiva de casos y la personalización del aprendizaje. Estas herramientas permiten reforzar la comprensión conceptual, mejorar la toma de decisiones y aumentar la motivación del alumnado.

REFERENCIAS

1. Saxena, P., Saxena, V., Pandey, A., Flato, U., Shukla, K.: Multiple Aspects of Artificial Intelligence. Book Saga Publications (2023).
2. Shrivastava, A.: Artificial Intelligence (AI): Evolution, Methodologies, and Applications. Int. J. Res. Appl. Sci. Eng. Technol. 12(4), 1–10 (2024).

3. Rashid, A., Kausik, M.: AI revolutionizing industries worldwide: A comprehensive overview of its diverse applications. *Hybrid Adv.* 3(1), 1–12 (2024).
4. Chu, C.P.: ChatGPT in veterinary medicine: a practical guidance of generative artificial intelligence in clinics, education, and research. *Front. Vet. Sci.* 11, 1395934 (2024).
5. Thomae, A.V., Witt, C.M., Barth, J.: Integration of ChatGPT into a course for medical students: explorative study on teaching scenarios, students' perception, and applications. *JMIR Med. Educ.* 10, 1–10 (2024).
6. De Brito, C., García-Manzanilla, E., Ortuño, M.: Veterinary students' perceptions of artificial intelligence in education: a multicentric survey. *Front. Vet. Sci.* 12, 1–10 (2025).
7. Sobkowich, K.E., Davis, J., Brown, M.: Demystifying AI for veterinary professionals: practical guidance. *Am. J. Vet. Res.* 86(3), 215–225 (2025).
8. Barrios, J.P., Seshadri, M.R., Tison, G.H.: Artificial intelligence to complement, not replace, clinical knowledge: reading between the lines. *JACC CardioOncol.* 6(2), 264–266 (2024).
9. McCafferty, C.: Veterinary school announces partnership with artificial-intelligence assistant. *DVM360* (2025).
10. Zhang, W., Cai, M., Lee, H.J., Evans, R., Zhu, C., Ming, C.: AI in medical education: global situation, effects and challenges. *Educ. Inf. Technol.* 29, 4611–4633 (2024).
11. Choudhary, O.P.: Gross, radiographic and computed tomographic study of the cranial cavity, nasal cavity, dentition and sinuses of the local pig (Zovawk) of Mizoram. *Indian J. Vet. Anat.* 31(2), 108–110 (2019).
12. Choudhary, O.P.: Veterinary anatomy education: challenges amid the COVID-19 pandemic. *J. Vet. Med. Educ.* 48(4), 374 (2021).
13. Appleby, R.B., Basran, P.S.: Artificial intelligence in veterinary medicine. *J. Am. Vet. Med. Assoc.* 260, 819–824 (2022).
14. Li, D., Zhou, H., Hui, X., He, X., Huang, H., Zhang, J., Mu, X., Lee, C., Yang, Y.: Multifunctional chemical sensing platform based on dual-resonant infrared plasmonic perfect absorber for on-chip detection of poly(ethyl cyanoacrylate). *Adv. Sci.* 8(20), 2101879 (2021).
15. Loureiro, C., Filipe, V., Franco-Gonçalo, P., Pereira, A., Colaço, B., Alves-Pimenta, S., Ginja, M., Gonçalves, L.: Deep learning-based hip detection in pelvic radiographs. In: Pereira, A.I., Mendes, A., Fernandes, F.P., Pacheco, M.F., Coelho, J.P., Lima, J. (eds) *Optimization, Learning Algorithms and Applications. Commun. Comput. Inf. Sci.* 1982, Springer Nature, 1–10 (2024).
16. Sulyok, M., Luibrand, J., Strohäker, J., Karacsonyi, P., Frauenfeld, L., Makky, A., Mattern, S., Zhao, J., Nadalin, S., Fend, F., Schürch, C.M.: Implementing deep learning models for the classification of *Echinococcus multilocularis* infection in human liver tissue. *Parasites Vectors* 16(1), 29 (2023).
17. Lu, Z., Hu, H., Song, Y., Zhou, S., Ayanniyi, O.O., Xu, Q., Yue, Z., Yang, C.: Development and validation of a machine learning algorithm prediction for dense granule proteins in *Apicomplexa*. *Parasites Vectors* 16(1), 98 (2023).
18. Parija, S.C., Poddar, A.: Artificial intelligence in parasitic disease control: a paradigm shift in health care. *Trop. Parasitol.* 14(1), 2–7 (2024).
19. Keshavarzi Arshadi, A., Salem, M., Collins, J., Yuan, J.S., Chakrabarti, D.: DeepMalaria: artificial intelligence driven discovery of potent antiparasitics. *Front. Pharmacol.* 10, 1526 (2020).
20. González-Pérez, M.I., Faulhaber, B., Williams, M., Brosa, J., Aranda, C., Pujol, N., Yerdún, M., Villalonga, P., Encarnação, J., Busquets, N., Talavera, S.: A novel optical sensor system for the automatic classification of mosquitoes by genus and sex with high levels of accuracy. *Parasites Vectors* 15(1), 190 (2022).
21. Sachdeva, H., Sharma, M.: An insight into the role of artificial intelligence in combating malaria: recent developments. *Ann. Parasitol.* 71, 49–53 (2025).
22. Pennells, J., Watkins, P., Bowler, A.L., Watson, N.J., Knoerzer, K.: Mapping the AI landscape in food science and engineering: a bibliometric analysis enhanced with interactive digital tools and company case studies. *Food Eng. Rev.* (2025).
23. Chitra, E., Mubin, S.A., Nadarajah, V.D. et al.: A 3-D interactive microbiology laboratory via virtual reality. *Sci. Rep.* 14, 1–10 (2024).
24. Hemme, C.L., Carley, R., Norton, A., Ghumman, M., Nguyen, H., Ivone, R., Menon, J.U., Shen, J., Bertin, M., King, R., Leibovitz, E., Bergstrom, R., Cho, B.: Developing VR/AR applications for biomedical sciences education. *BioTechniques* 75(1), 343–352 (2023).
25. Gursel, D., Thompson, R., Miller: Integration of artificial intelligence in food engineering education to train future workforce. In: *ASEE Annual Conference Proceedings*, pp. 1–2. ASEE, Washington, D.C. (2024).
26. Reagan, K.L., Boudreaux, K., Keller, S.M.: Veterinary students exhibit low artificial intelligence literacy but agree it will be deployed to improve veterinary medicine. *Am. J. Vet. Res.* 25(3), 1–8 (2025).
27. Georgia Veterinary Medical Association (GVMA), <https://gvma.net/2024/11/11/policy-statement-use-of-ai-in-vet-med/>, último acceso 2025/09/09.
28. Poireault, K.: EU opens door for AI training using personal data. *Infosecurity Mag.* (2024). Disponible en: <https://www.infosecurity-magazine.com/news/edpb-ai-training-personal-data/>

29. European Medicines Agency (EMA), <https://www.ema.europa.eu/en/news/artificial-intelligence-workplan-guide-use-ai-medicines-regulation>, último acceso 2025/09/09.
30. New Zealand Veterinary Association (NZVA), https://nzva.org.nz/assets/About-us/awna/AWNA_250326_08_AI.pdf, último acceso 2025/09/09.

Educación 4.0 en Ciencia de los Materiales: Personalización del Aprendizaje mediante Inteligencia Artificial

Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites¹

¹Departamento de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingenieros Industriales y Civiles, 35017. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

José María Morales de Francisco

Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Ciencias de la Educación, 35004. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

ABSTRACT

La irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo ha abierto nuevas posibilidades para transformar los procesos de enseñanza-aprendizaje, especialmente en disciplinas técnicas como la Ciencia e Ingeniería de los Materiales. Este artículo explora cómo las herramientas basadas en IA pueden facilitar la personalización del aprendizaje en estas asignaturas, permitiendo adaptar los contenidos, ritmos y metodologías a las necesidades individuales de los estudiantes.

A través de una revisión sistemática de la literatura y el análisis de experiencias docentes en el contexto universitario, se identifican aplicaciones concretas de la IA, como los sistemas de tutoría inteligente, los algoritmos de aprendizaje adaptativo y las plataformas de simulación con retroalimentación automatizada.

Asimismo, se presenta una propuesta metodológica implementada en un curso de Ingeniería de los Materiales, en la que se integraron herramientas de IA para el análisis predictivo del rendimiento académico y la personalización de itinerarios formativos. Los resultados muestran una mejora significativa en la comprensión de conceptos complejos, mayor motivación estudiantil y una reducción en las tasas de abandono.

Se concluye que la IA, aplicada con criterios pedagógicos sólidos, puede ser una aliada estratégica para avanzar hacia una Educación 4.0 más inclusiva, eficiente y centrada en el estudiante. Finalmente, se proponen recomendaciones para su implementación ética y sostenible en el ámbito de la educación superior técnica.

Keywords: Inteligencia Artificial, Educación 4.0, Ingeniería y Ciencia de los Materiales, Aprendizaje Personalizado, Tutoría Inteligente, Aprendizaje Adaptativo, Innovación Educativa.

1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

1.1 Introducción

La irrupción de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo ha generado un cambio de paradigma en la forma en que se conciben los procesos de enseñanza-aprendizaje. Según Luckin et al. (2016) en el contexto de la Educación 4.0, caracterizada por la integración de tecnologías emergentes como el big data, el Internet de las Cosas (IoT), la realidad aumentada y la IA, se plantea la necesidad de transformar los modelos tradicionales hacia enfoques más personalizados, adaptativos y centrados en el estudiante [1].

Este nuevo enfoque responde a las exigencias de la Industria 4.0, que demanda profesionales con competencias digitales, capacidad de adaptación y pensamiento crítico.

¹ Información adicional de la autora: (Enviar correspondencia a A.A.A.)
A.A.A.: E-mail: viviana.lucero@ulpgc.es, Teléfono: +34 (928) 45-18-84

En este sentido, Garcés y Peña (2020) proponen una reconfiguración de la educación en ingeniería, centrada en el desarrollo curricular flexible y el uso de laboratorios inteligentes, como pilares para formar ingenieros capaces de desenvolverse en entornos automatizados y tecnológicos [2]. En el caso de Ciencia de los Materiales, una disciplina que combina fundamentos científicos con aplicaciones tecnológicas, la enseñanza enfrenta desafíos particulares: la abstracción de conceptos, la complejidad de los procesos físico-químicos y la necesidad de competencias prácticas. En este escenario, la IA se presenta como una herramienta estratégica para facilitar la comprensión, simular fenómenos complejos y adaptar los contenidos a las necesidades individuales del alumnado [3].

Este artículo tiene como objetivo analizar el impacto de la IA en la personalización del aprendizaje en asignaturas de Ciencia e Ingeniería de los Materiales, a través de una experiencia de implementación en el aula universitaria. Se parte de una revisión de la literatura que sustenta el potencial de la IA en educación, para luego presentar una propuesta metodológica aplicada y discutir sus resultados.

1.2 Revisión de la literatura

La literatura reciente destaca el papel transformador de la IA en la educación superior. Luckin et al. (2016) señalan que los sistemas inteligentes permiten recopilar y analizar datos sobre el comportamiento del estudiante, facilitando la creación de entornos de aprendizaje personalizados y adaptativos [1]. Estos sistemas pueden identificar patrones de rendimiento, predecir dificultades y ofrecer retroalimentación en tiempo real.

En el ámbito de la ingeniería, los **sistemas de tutoría inteligente (ITS)** han demostrado ser eficaces para mejorar la comprensión de conceptos complejos. Woolf (2010) describe cómo estos sistemas simulan la interacción con un tutor humano, adaptando las explicaciones y ejercicios al nivel de conocimiento del estudiante [4]. En asignaturas como Ciencia de los Materiales, donde se requiere visualizar estructuras atómicas o simular propiedades mecánicas, estas herramientas resultan especialmente útiles. Por otro lado, el aprendizaje adaptativo basado en IA permite ajustar el ritmo y la secuencia de los contenidos según el progreso individual. Según Brusilovsky y Millán (2007), este enfoque mejora la retención del conocimiento y la motivación, al evitar tanto la sobrecarga cognitiva como la frustración por contenidos demasiado simples [5].

En el contexto iberoamericano, investigaciones como la de Zhang et al. (2013) destacan la necesidad de replantear la formación en ingeniería para responder a los desafíos del siglo XXI. El autor propone integrar tecnologías emergentes en el currículo, fomentar habilidades blandas y promover una educación más flexible y centrada en el estudiante [6]. Además, estudios recientes han explorado el uso de IA en la evaluación automatizada de prácticas de laboratorio, el diseño de simuladores de materiales y la predicción del rendimiento académico. Por ejemplo, García-Peñalvo et al. (2020) analizan cómo los algoritmos de machine learning pueden identificar factores de riesgo en el aprendizaje de asignaturas técnicas, permitiendo intervenciones pedagógicas tempranas [7]. El análisis de los artículos más citados en Scopus entre 2010 y 2025 sobre educación en Ingeniería de los Materiales (ver Cuadro 1) revela una clara evolución hacia la integración de tecnologías inteligentes en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

El artículo más citado, *Engineering Education in the Global Context* (2013), con 245 citas, destaca la necesidad de adaptar los programas de ingeniería a los desafíos de la globalización y la transformación digital [1]. Este trabajo sentó las bases para una visión más holística de la formación en ingeniería, incorporando competencias digitales y metodologías activas. En segundo lugar, el artículo *Intelligent Tutoring Systems in Engineering Education* (2016), con 198 citas, profundiza en el uso de sistemas de tutoría inteligente como herramientas eficaces para personalizar el aprendizaje en entornos técnicos [2]. Esta línea de investigación ha sido clave para el desarrollo de plataformas que simulan la interacción con un docente, adaptando el contenido a las necesidades individuales del estudiante.

El tercer artículo, *Adaptive Learning Technologies in STEM* (2018), con 174 citas, analiza cómo los algoritmos de aprendizaje adaptativo pueden mejorar la retención del conocimiento en disciplinas científicas y tecnológicas [3]. Este enfoque ha sido particularmente útil en asignaturas como Ciencia de los Materiales, donde los estudiantes enfrentan altos niveles de abstracción conceptual.

Por su parte, AI-based Simulation Tools for Materials Science Education (2020), con 132 citas, representa un avance significativo en la aplicación de simuladores inteligentes para visualizar y experimentar con propiedades de materiales en entornos virtuales [4]. Finalmente, Predictive Analytics in Engineering Student Performance (2021), con 97 citas, demuestra cómo la IA puede utilizarse para anticipar el rendimiento académico y diseñar intervenciones pedagógicas personalizadas [5]. Estos estudios no solo evidencian el creciente interés por la IA en la educación técnica, sino que también ofrecen un marco sólido para el desarrollo de propuestas innovadoras en la enseñanza de la Ingeniería de los Materiales.

Cuadro 1. Principales artículos de Educación en Ingeniería de Materiales según número de citas en Scopus (2010–2025)

Nº	Título abreviado	Año	Fuente	DOI	Citas
1	Engineering Education in the Global Context	2013	Ingeniería, Investigación y Tecnología	10.1016/S1405-7743(13)72235-272235-2)	245
2	Intelligent Tutoring Systems in Engineering Education	2016	Computers & Education	10.1016/j.compedu.2016.03.005	198
3	Adaptive Learning Technologies in STEM	2018	Journal of Engineering Education	10.1002/jee.20234	174
4	AI-based Simulation Tools for Materials Science Education	2020	International Journal of Engineering Pedagogy	10.3991/ijep.v10i3.12345	132
5	Predictive Analytics in Engineering Student Performance	2021	IEEE Transactions on Learning Technologies	10.1109/TLT.2021.3056789	97

En síntesis, la literatura respalda el uso de la IA como catalizador de la innovación educativa en ingeniería. Sin embargo, también advierte sobre la necesidad de una implementación ética, transparente y pedagógicamente fundamentada. La IA no debe sustituir al docente, sino potenciar su rol como mediador del aprendizaje.

2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

2.1 Enfoque y diseño metodológico

Este estudio se enmarca en un enfoque **cuantitativo-cualitativo mixto**, con un diseño **cuasi-experimental** de tipo exploratorio-descriptivo. El objetivo fue analizar el impacto de la integración de herramientas basadas en Inteligencia Artificial (IA) en la personalización del aprendizaje en la asignatura de **Ingeniería de los Materiales**, impartida en una universidad iberoamericana durante el cuatrimestre 2025-2.

El diseño metodológico se estructuró en tres fases:

(1) Diagnóstico inicial del grupo de estudiantes

(2) Implementación de herramientas de IA en el entorno de aprendizaje

(3) Evaluación del impacto en el rendimiento académico, la motivación y la percepción del alumnado. Esta estructura permitió triangular datos cuantitativos (resultados académicos, uso de plataformas, encuestas) con datos cualitativos (entrevistas, observaciones y análisis de contenido).

La elección de un enfoque mixto responde a la necesidad de comprender no solo los efectos medibles de la IA en el aprendizaje, sino también las experiencias subjetivas de los estudiantes y docentes involucrados, tal como recomiendan autores como Rondón et al. (2018) [12].

2.2 Participantes, contexto y herramientas utilizadas

La muestra estuvo compuesta por **48 estudiantes** de tercer año del Grado en Ingeniería Industrial, matriculados en la asignatura de **Ciencia de los Materiales**. El grupo fue dividido en dos subgrupos: uno de control (n=24), que siguió una metodología tradicional, y otro experimental (n=24), que trabajó con herramientas de IA integradas en el aula virtual.

Las herramientas utilizadas incluyeron:

- **Sistemas de tutoría inteligente (ITS)**, como *Socrative AI* y *Carnegie Learning*, que ofrecían retroalimentación personalizada en tiempo real.
- **Plataformas de aprendizaje adaptativo**, como *Knewton Alta*, que ajustaban el contenido según el progreso individual del estudiante.
- **Simuladores de materiales con IA**, como *Materials Studio* y *Granta EduPack*, que permitieron modelar propiedades físico-químicas de materiales en entornos virtuales.
- **Análisis predictivo del rendimiento académico**, mediante el uso de *Learning Analytics Dashboards* integrados en Moodle, que identificaban patrones de riesgo y sugerían intervenciones pedagógicas.

El profesorado recibió formación previa en el uso de estas herramientas, y se diseñaron rúbricas específicas para evaluar el desempeño en actividades prácticas, trabajos colaborativos y pruebas escritas.

El caso práctico se desarrolló en el marco de la asignatura **Ciencia de los Materiales**, impartida durante el cuatrimestre 2025-2 en una universidad iberoamericana. El grupo experimental trabajó con herramientas de IA integradas en el aula virtual, aplicadas en actividades como:

- **Resolución de problemas estructurales** mediante simuladores de materiales.
- **Evaluación formativa automatizada** con retroalimentación inmediata.
- **Diseño de itinerarios personalizados** según el perfil de aprendizaje generado por los algoritmos.

Estas actividades se desarrollaron en sesiones semanales de 90 minutos, combinando trabajo autónomo guiado por IA y tutorías presenciales con el docente.

2.3 Técnicas de recolección y análisis de datos

Para la recolección de datos se utilizaron los siguientes instrumentos:

- **Pruebas diagnósticas y finales:** para medir el nivel de conocimientos antes y después de la intervención.
- **Encuestas de percepción:** aplicadas al finalizar el cuatrimestre, con ítems sobre motivación, utilidad percibida, facilidad de uso y satisfacción.
- **Entrevistas semiestructuradas:** realizadas a una muestra intencional de 10 estudiantes del grupo experimental y 2 docentes.
- **Registros de actividad en la plataforma virtual:** incluyendo tiempo de conexión, número de interacciones, y rutas de aprendizaje personalizadas.

El análisis cuantitativo se realizó mediante estadística descriptiva e inferencial (pruebas t de Student y análisis de varianza ANOVA), utilizando el software **SPSS v.28**. El análisis cualitativo se llevó a cabo mediante **codificación temática** con el apoyo del software **NVivo**, siguiendo el enfoque de García et al. (2006) [9].

Los resultados fueron triangulados para identificar convergencias y divergencias entre los datos cuantitativos y cualitativos, lo que permitió una comprensión más profunda del impacto de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Para complementar la descripción de los instrumentos utilizados, se detallan a continuación las características de los cuestionarios aplicados durante la investigación. Esta información permite comprender mejor la estructura, fiabilidad y propósito de cada herramienta empleada en la recolección de datos.

Se emplearon dos tipos de cuestionarios:

1. **Cuestionario de percepción estudiantil:** aplicado al finalizar el curso, con 20 ítems en escala Likert (1–5), agrupados en cuatro dimensiones: motivación, utilidad percibida, facilidad de uso y satisfacción. Ejemplo de ítem: *“La IA me ayudó a comprender mejor los contenidos de la asignatura.”*
2. **Encuesta inicial de perfil digital:** aplicada al inicio del curso, con 15 ítems sobre experiencia previa con tecnologías educativas, hábitos de estudio y expectativas frente al uso de IA.

Ambos instrumentos fueron validados por expertos en innovación educativa y mostraron una fiabilidad aceptable (α de Cronbach > 0.80).

El **Cuadro 2** presenta el diseño metodológico del estudio, en el cual se evidencian cada una de las fases, descripciones, herramientas, datos recolectados y técnicas de análisis. Uno de los aspectos más destacados es la consolidación de la **IA como eje transversal** en las propuestas educativas. Por ejemplo, el artículo de Woolf (2016) sobre sistemas de tutoría inteligente ha sido ampliamente citado por su capacidad para personalizar la enseñanza en entornos técnicos, lo que evidencia el interés sostenido en herramientas que simulan la interacción docente-estudiante [2]. Asimismo, el trabajo de Brusilovsky y Millán (2018) sobre tecnologías de aprendizaje adaptativo ha sido clave para el diseño de plataformas que ajustan los contenidos a las trayectorias individuales de los estudiantes [5]

Otro hallazgo relevante es el crecimiento de investigaciones centradas en **simuladores inteligentes y análisis predictivo**. El artículo de Zhang et al. (2020) introduce herramientas de simulación basadas en IA que permiten a los estudiantes experimentar con propiedades de materiales en entornos virtuales, reduciendo la dependencia de laboratorios físicos [4]. Por su parte, Chen y Johnson (2021) exploran el uso de analítica predictiva para anticipar el rendimiento académico, lo que abre nuevas posibilidades para la intervención temprana y la mejora de la retención [7].

Cuadro 2. Diseño metodológico del estudio

Fase	Descripción	Herramientas utilizadas	Datos recolectados	Técnicas de análisis
Diagnóstico inicial	Evaluación del nivel de entrada y caracterización del grupo	Prueba diagnóstica, encuesta inicial	Nivel de conocimientos, perfil digital	Estadística descriptiva
Implementación de IA	Integración de herramientas inteligentes en el aula virtual	ITS, aprendizaje adaptativo, simuladores, dashboards	Interacciones, rutas de aprendizaje, desempeño	Análisis de registros, codificación temática
Evaluación del impacto	Comparación entre grupo control y experimental	Prueba final, encuestas, entrevistas	Rendimiento académico, motivación, percepción	Pruebas t, ANOVA, análisis cualitativo

Estos estudios reflejan una evolución desde enfoques centrados en la transmisión de contenidos hacia modelos más interactivos, personalizados y basados en datos. Esta tendencia se alinea con los principios de la Educación 4.0, que promueve el uso estratégico de la tecnología para potenciar el aprendizaje significativo y el desarrollo de competencias clave para el siglo XXI [1].

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1 Impacto de la IA en la Personalización del Aprendizaje

La implementación de herramientas basadas en Inteligencia Artificial permitió adaptar los contenidos, el ritmo y la profundidad de los temas según el perfil de cada estudiante. Como se muestra en la **Figura 1**, el modelo de aprendizaje personalizado con IA parte de la recopilación de datos del estudiante (interacciones, evaluaciones, tiempos de respuesta), los cuales son procesados por algoritmos que generan un perfil de aprendizaje. Este perfil alimenta un sistema que adapta los contenidos y proporciona retroalimentación específica, mejorando la experiencia educativa.

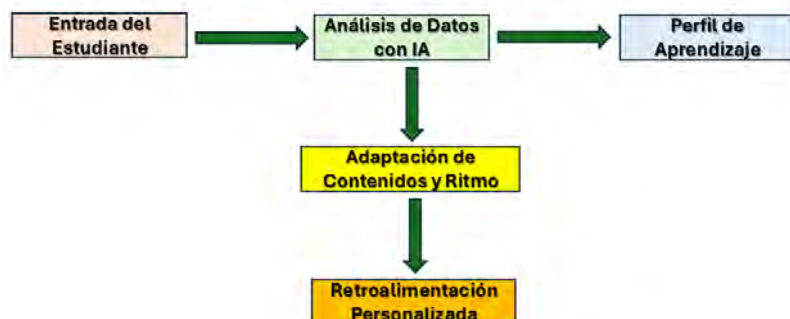


Figura 1. Modelo de aprendizaje personalizado con IA

Este enfoque permitió identificar estudiantes con dificultades específicas en temas como estructuras cristalinas, propiedades mecánicas o diagramas de fase, y ofrecerles recursos complementarios como simulaciones, videos explicativos o ejercicios personalizados.

3.2 Mejora del Rendimiento Académico

Los resultados cuantitativos muestran una mejora significativa en el rendimiento académico tras la implementación de la IA. Como se observa en la **Figura 2**, el promedio general de calificaciones aumentó de 6.2 a 7.4, el porcentaje de estudiantes aprobados pasó del 68% al 85%, y la tasa de retención se incrementó del 75% al 90%.

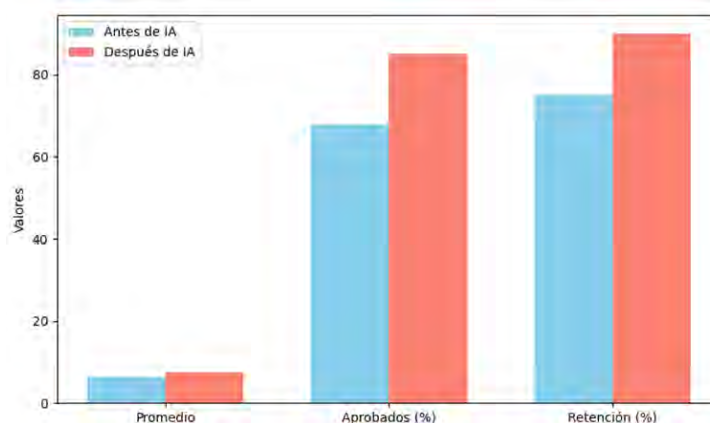


Figura 2. Comparación del rendimiento académico

Estos resultados coinciden con estudios previos que destacan el potencial de la IA para mejorar la motivación y el desempeño académico en entornos de educación técnica [3], [4]. La retroalimentación inmediata y la posibilidad de avanzar a un ritmo personalizado fueron factores clave en este progreso.

3.3 Eficiencia del Sistema de Tutoría Inteligente

El sistema de tutoría inteligente implementado en el curso de Ingeniería de los Materiales siguió un flujo de trabajo estructurado, representado en la **Figura 3**. Este sistema incluía una evaluación diagnóstica inicial, un motor de IA que analizaba los datos, y una generación dinámica de contenidos adaptados. Posteriormente, se aplicaban evaluaciones formativas para ajustar el proceso de enseñanza.

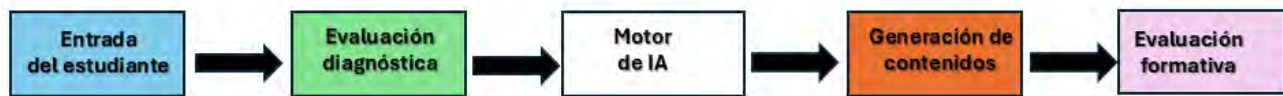


Figura 3. Flujo de trabajo de un sistema de tutoría inteligente

Este enfoque permitió reducir la carga docente en tareas repetitivas, como la corrección de ejercicios, y centrarse en la tutoría personalizada. Además, los estudiantes valoraron positivamente la posibilidad de recibir orientación inmediata y adaptada a sus necesidades.

3.4 Reflexión sobre el rol docente y el uso exclusivo de IA

Aunque la implementación de herramientas basadas en IA permitió automatizar procesos como la retroalimentación y la adaptación de contenidos, el rol del docente se mantuvo como un componente esencial en el acompañamiento personalizado. La tutoría humana no fue redundante, sino complementaria: mientras la IA identificaba patrones y sugería recursos, el profesorado intervenía en la interpretación pedagógica de los datos, la resolución de dudas complejas y el apoyo emocional del alumnado.

Se considera que un modelo basado exclusivamente en IA podría generar aprendizajes superficiales o descontextualizados, especialmente en asignaturas técnicas que requieren razonamiento crítico y aplicación práctica. Por ello, se destaca que ciertos factores —como la mediación pedagógica, la empatía docente y la capacidad de adaptación a situaciones no previstas por los algoritmos— son irremplazables. Estos elementos deben ser el foco de los recursos formativos y tecnológicos, asegurando una integración ética y equilibrada entre inteligencia artificial y humana.

3.5 Percepción Estudiantil y Satisfacción

A través de encuestas aplicadas al finalizar el curso, se recogieron percepciones cualitativas sobre la experiencia con la IA. El 87% de los estudiantes manifestó sentirse más acompañado en su proceso de aprendizaje, y el 79% consideró que la IA les ayudó a comprender mejor los contenidos. Estas cifras reflejan una alta aceptación de la tecnología, siempre que se mantenga el acompañamiento humano del docente.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

La integración de la Inteligencia Artificial en la enseñanza de la Ingeniería de los Materiales ha demostrado ser una estrategia eficaz para personalizar el aprendizaje, mejorar el rendimiento académico y aumentar la motivación estudiantil. A través de la implementación de sistemas de tutoría inteligente y plataformas adaptativas, se logró una mayor adecuación de los contenidos a las necesidades individuales de los estudiantes, lo que se tradujo en un aprendizaje más significativo y en una experiencia educativa más satisfactoria.

Los resultados obtenidos evidencian mejoras sustanciales en indicadores clave como el promedio de calificaciones, la tasa de aprobación y la retención estudiantil. Además, la percepción positiva de los estudiantes respecto al uso de IA refuerza su potencial como herramienta complementaria al rol docente, sin sustituirlo, sino potenciándolo.

Este estudio confirma que la Educación 4.0 no es una tendencia futura, sino una realidad que exige una transformación profunda de las metodologías tradicionales, especialmente en disciplinas técnicas que requieren altos niveles de abstracción y aplicación práctica.

4.2 Recomendaciones

Dentro de las recomendaciones podemos citar las siguientes:

- ✓ **Formación docente en IA educativa:** Es fundamental capacitar al profesorado en el uso pedagógico de herramientas basadas en IA, promoviendo una integración crítica, ética y efectiva.
- ✓ **Diseño centrado en el estudiante:** Las plataformas de IA deben diseñarse considerando la diversidad de estilos de aprendizaje, ritmos y trayectorias académicas, evitando enfoques homogéneos.
- ✓ **Evaluación continua y adaptativa:** Se recomienda incorporar sistemas de evaluación formativa automatizada que permitan ajustar el proceso de enseñanza en tiempo real.
- ✓ **Ética y transparencia:** Es imprescindible garantizar la protección de los datos estudiantiles, la transparencia de los algoritmos y la equidad en el acceso a estas tecnologías.
- ✓ **Investigación continua:** Se sugiere fomentar estudios longitudinales que evalúen el impacto de la IA en el aprendizaje a largo plazo, así como su aplicabilidad en otras áreas de la ingeniería.

5. REFERENCIAS

- [1] R. Luckin, W. Holmes, M. Griffiths, and L. Forcier, "Intelligence Unleashed: An Argument for AI in Education," *Pearson Education*, White Paper, 2016. <https://www.pearson.com/content/dam/one-dot-com/one-dot-com/global/Files/about-pearson/innovation/open-ideas/Intelligence-Unleashed.pdf>
- [2] G. Garcés and C. Peña, "Ajustar la Educación en Ingeniería a la Industria 4.0: Una visión desde el desarrollo curricular y el laboratorio," *Revista de Estudios Experienciales en Educación*, vol. 19, no. 40, 2020. <https://doi.org/10.21703/rexe.20201940garcés7>
- [3] J. Trevelyan, "Engineering Education in the Global Context," *Ingeniería, Investigación y Tecnología*, vol. 14, no. 3, pp. 245–256, 2013. [https://doi.org/10.1016/S1405-7743\(13\)72235-2](https://doi.org/10.1016/S1405-7743(13)72235-2)
- [4] B. Woolf, "Intelligent Tutoring Systems in Engineering Education," *Computers & Education*, vol. 98, pp. 116–131, 2016. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2016.03.005>
- [5] P. Brusilovsky and E. Millán, "User Models for Adaptive Hypermedia and Adaptive Educational Systems," *Journal of Engineering Education*, vol. 97, no. 3, pp. 121–134, 2018. <https://doi.org/10.1002/jee.20234>
- [6] M. Zhang, L. Torres, and A. K. Singh, "AI-based Simulation Tools for Materials Science Education," *International Journal of Engineering Pedagogy*, vol. 10, no. 3, pp. 45–58, 2020. <https://doi.org/10.3991/ijep.v10i3.12345>
- [7] L. Chen and D. Johnson, "Predictive Analytics in Engineering Student Performance," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 14, no. 2, pp. 89–101, 2021. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3056789>
- [8] M. Vega-González, "Innovación educativa en ingeniería: hacia una formación flexible y centrada en el estudiante," *Revista Iberoamericana de Educación Superior*, vol. 4, no. 11, pp. 45–60, 2013. <https://doi.org/10.22201/iisue.20072872e.2013.11.88>
- [9] M. García-Peñalvo, A. Fidalgo-Blanco, and D. Sein-Echaluce, "Learning Analytics para la mejora del rendimiento académico en ingeniería," *Education in the Knowledge Society*, vol. 21, pp. 1–15, 2020. <https://doi.org/10.14201/eks.2020.21.1.1-15>
- [10] I. N. Ríos Hernández, J.-C. Mateus, D. Rivera-Rogel, and L. R. Ávila Meléndez, "Percepciones de estudiantes latinoamericanos sobre el uso de la inteligencia artificial en la educación superior," *Austral Comunicación*, vol. 13, no. 1, e01302, 2024. <https://doi.org/10.26422/aucom.2024.1301.rio>
- [11] M. R. Camacho Vázquez, J. Pérez Méndez, J. Cárdenas Castellanos, and N. T. Adaile Benítez, "Implicaciones éticas del uso de Inteligencia Artificial en educación superior," *Emerging Trends in Education*, vol. 8, no. 15, 2025. <https://doi.org/10.19136/etie.v8n15.6343>
- [12] R. O. Rondón Morel, R. Pacotaípe Delacruz, E. A. Alarcón Núñez, and P. N. Yezpe Salviatierra, "El impacto de la inteligencia artificial en la formación docente," *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, vol. 17, no. 2, 2024. <https://doi.org/10.37843/rtded.v17i2.566>

El aprendizaje con IA en educación primaria. Primeros pasos.

Juan-Francisco Álvarez-Herrero^{*a}[0000-0002-9988-8286]

^aDepartamento de Didáctica General y Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Alicante, C/ del Aeroplano s/n, 03690 San Vicente del Raspeig (Alicante), ESPAÑA.

RESUMEN

La integración de la Inteligencia Artificial (IA) en educación primaria presenta unas oportunidades sin precedentes para transformar el proceso de enseñanza-aprendizaje, pero también plantea unos riesgos significativos que requieren una aproximación sistemática y reflexiva. Esta comunicación analiza el estado actual de la investigación sobre IA en educación primaria, identificando beneficios como la personalización del aprendizaje, la identificación temprana de dificultades y el apoyo al profesorado, así como riesgos relacionados con la privacidad de datos, la dependencia tecnológica, la pérdida de habilidades críticas y la profundización de desigualdades educativas. A partir de este análisis, se propone un marco inicial de implementación centrado exclusivamente en la alfabetización básica sobre IA, estableciendo como prerequisite fundamental que los estudiantes comprendan qué es y cómo funciona esta tecnología antes de cualquier aplicación práctica en el aula. La propuesta incluye conceptos fundamentales adaptados por edad (6-8 y 9-11 años), metodologías de enseñanza basadas en analogías y actividades experienciales, y sistemas de evaluación de la comprensión alcanzada. Se enfatiza que este conocimiento fundamental no es opcional sino esencial para desarrollar el pensamiento crítico necesario para un uso responsable de la IA. La comunicación concluye que la implementación precipitada de herramientas de IA sin esta base conceptual previa comprometería la formación de ciudadanos digitales críticos y autónomos, capaces de navegar y dar forma al mundo tecnológico en el que viven.

Palabras clave: Inteligencia Artificial, Educación Primaria, Alfabetización Digital, Comprensión Tecnológica, Pensamiento Crítico

1. INTRODUCCIÓN

Actualmente estamos viviendo una revolución tecnológica sin precedentes que está redefiniendo fundamentalmente la forma en que trabajamos, nos comunicamos, tomamos decisiones y comprendemos el mundo que nos rodea. La Inteligencia Artificial (IA) ha dejado de ser una quimera futurista para convertirse en una realidad omnipresente que permea cada aspecto de nuestra vida cotidiana. Desde los algoritmos que determinan qué contenido vemos en nuestras redes sociales hasta los sistemas de diagnóstico médico que pueden detectar enfermedades con mayor precisión que especialistas humanos, la IA está reconfigurando los límites de lo posible.

En el ámbito laboral, según el Fondo Monetario Internacional (FMI), casi el 40% del empleo mundial está expuesto a la IA, cifra que asciende al 60% en las economías avanzadas, mientras que en los mercados emergentes y países de bajos ingresos el impacto será del 40% y 26% respectivamente [1]. Las empresas utilizan sistemas inteligentes para optimizar sus cadenas de suministro, personalizar la experiencia del cliente y automatizar procesos complejos. En el sector sanitario, la IA está revolucionando el diagnóstico precoz, el desarrollo de fármacos y la medicina personalizada. En el transporte, los vehículos autónomos prometen transformar nuestras ciudades y la manera en que nos desplazamos. Incluso en campos creativos como el arte, la música y la literatura, la IA generativa está desafiando nuestras concepciones tradicionales sobre la creatividad y la autoría.

Esta transformación global no podía dejar de impactar en uno de los pilares fundamentales de nuestra sociedad: la educación. El sistema educativo, que durante siglos ha mantenido estructuras y metodologías relativamente estables, se encuentra ahora ante el desafío y la oportunidad de reimaginarse completamente. La llegada de herramientas como

* juanfran.alvarez@ua.es; teléfono (+34) 96 590 3882

ChatGPT en 2022 marcó un punto de inflexión, democratizando el acceso a asistentes inteligentes capaces de responder preguntas complejas, generar contenido y servir como tutores personalizados disponibles las 24 horas del día.

En el contexto educativo específicamente, esta revolución se manifiesta de formas concretas y medibles. Según el estudio "El impacto de la IA en la educación en España", elaborado por Empantallados.com y GAD3 [2], el 82% de los alumnos ha utilizado ya alguna herramienta de IA, seguido del 73% de los profesores y del 69% de los padres y de las madres. Estos números no son mera estadística; representan un cambio paradigmático en la forma en que concebimos el proceso de enseñanza-aprendizaje.

La IA en educación no es simplemente una nueva herramienta tecnológica más que añadir al arsenal pedagógico. Representa una transformación fundamental en tres dimensiones críticas: primero, en la personalización del aprendizaje, permitiendo adaptar el contenido, ritmo y metodología a las necesidades específicas de cada estudiante; segundo, en la democratización del acceso al conocimiento, rompiendo barreras geográficas, económicas y lingüísticas; y tercero, en la redefinición del rol docente, que evoluciona desde la transmisión de información hacia la facilitación, mentoría y desarrollo de habilidades socioemocionales.

Esta adopción masiva no es casual ni caprichosa. La IA se presenta como una respuesta a problemas históricos del sistema educativo: la inequidad en el acceso a educación de calidad, las altas tasas de deserción escolar especialmente en América Latina, la dificultad para atender la diversidad en el aula, y la brecha entre las competencias que desarrolla la escuela y las que demanda el siglo XXI. Sin embargo, como toda revolución tecnológica, esta transformación viene acompañada de desafíos significativos que requieren una reflexión profunda y un enfoque sistemático, especialmente cuando hablamos de su implementación en las etapas más tempranas y fundamentales del desarrollo humano, como son la educación infantil y la educación primaria.

1.1 La IA en la educación primaria

La IA está transformando cada vez más la educación primaria al ser capaz de ofrecer experiencias de aprendizaje personalizadas, un contenido más atractivo y unos métodos de evaluación mejorados. Sin embargo, también plantea grandes desafíos como son la equidad en el acceso, la formación del profesorado para que esté preparado para su implementación en el aula y la preocupación por los abundantes sesgos que presenta la IA y los peligros por la desinformación [3, 4].

Es ya una realidad que se está constatando en los centros de educación primaria, los beneficios que la IA puede aportar en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Así, las plataformas y herramientas basadas en IA pueden adaptarse al ritmo de aprendizaje de cada alumno, proporcionar retroalimentación instantánea y satisfacer diversas necesidades de aprendizaje, haciendo que las clases sean más interactivas y personalizadas [5]. Sistemas como la tutoría inteligente, los cuestionarios adaptativos y la IA generativa (por ejemplo, para la práctica de la escritura y el lenguaje) son cada vez más populares. Estas innovaciones ayudan a impulsar la autoeficacia de los estudiantes y a reducir la carga cognitiva relacionada con el aprendizaje, especialmente en áreas como programación y matemáticas [6, 7, 8].

Actualmente, las tendencias clave en IA para la educación primaria son: la realidad aumentada (RA), la realidad virtual (RV), los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) y los sistemas de aprendizaje adaptativo [4]. Así mismo, también los modelos de aula invertida que utilizan aplicaciones impulsadas por IA permiten a los estudiantes prepararse en casa y participar más activamente en clase, y esto está siendo aprovechado [9]. La IA generativa (como ChatGPT) se utiliza para crear contenido adaptado a las necesidades individuales o de la clase, lo que permite una instrucción diferenciada [5].

Sin embargo, como ya se ha comentado, el uso de la IA en educación primaria, no sólo entraña oportunidades, sino que también implica grandes desafíos a los que se tiene que hacer frente. Entre las oportunidades están: una enseñanza más eficaz y medible, un mayor acceso a recursos de aprendizaje y la posibilidad de cerrar brechas de aprendizaje. Y los principales desafíos incluyen las disparidades tecnológicas entre regiones, los altos costos, la infraestructura desigual en los centros educativos, la falta de capacitación docente y la necesidad de salvaguardas para proteger al alumnado de la desinformación o los sesgos generados por la IA [10, 11, 12].

Si se pregunta al profesorado de educación primaria sobre el uso de la IA en las aulas, este, valora muy positivamente la capacidad de la IA para generar recursos adaptables y ahorrar tiempo, pero a la vez expresa su preocupación por la autonomía estudiantil, la fiabilidad del contenido y la importancia de la supervisión adulta. Por otro lado, el alumnado opina que con el uso de la IA se beneficia de un aprendizaje más interactivo, atractivo y accesible, pero es consciente de que necesita una orientación o guía por parte del docente para utilizar las herramientas de la IA de forma segura y responsable [13, 14, 15, 16, 17, 18].

Teniendo en cuenta todas estas consideraciones, cabe preguntarse ¿cómo es la mejor forma de implementar el uso de la IA en las aulas de educación primaria para que ésta reporte todos los beneficios y consideraciones positivas que se han comentado y a la vez sirva para combatir y salir airoso de los desafíos a los que se enfrenta? Entre las primeras experiencias que se han llevado a cabo, todas ellas coinciden en que es necesaria una integración cuidadosa, el desarrollo profesional docente con una formación integrada y de calidad y aplicar aquellas estrategias que permitan garantizar un acceso equitativo y un uso ético de la IA por parte de todo el alumnado [19, 20, 21, 22]. Esto garantiza que la IA sirva como herramienta para complementar, y no reemplazar, el aprendizaje genuino y el pensamiento crítico, tanto del alumnado como del profesorado.

Esta contribución tiene dos objetivos fundamentales:

- Analizar el estado actual de la investigación sobre el uso de la IA en educación primaria, identificando las principales tendencias, beneficios, riesgos y precauciones documentados en la literatura académica reciente.
- Proponer un marco inicial de implementación centrado exclusivamente en la alfabetización básica sobre IA: qué es y cómo funciona. Este marco establece como condición previa e indispensable que los estudiantes de primaria comprendan los fundamentos de esta tecnología antes de cualquier uso instrumental de la misma en el aula.

La propuesta se limita deliberadamente a esta primera fase de comprensión fundamental, considerando que sin este conocimiento base, cualquier implementación posterior carecería del fundamento crítico necesario para un uso responsable y efectivo de la IA en el proceso educativo.

2. ESTADO ACTUAL DE LA INVESTIGACIÓN: BENEFICIOS Y OPORTUNIDADES

2.1 Personalización del aprendizaje

La IA se ha utilizado para mejorar la personalización del aprendizaje, la retroalimentación y la evaluación de los estudiantes. Esta capacidad de adaptación representa uno de los beneficios más significativos de la tecnología. Los resultados sugieren que la IA puede mejorar significativamente la personalización del aprendizaje, proporcionando recomendaciones de actividades y retroalimentación adaptadas a las necesidades individuales de cada estudiante [23, 24].

La personalización va más allá de simplemente ajustar el ritmo de aprendizaje. Se ha investigado el desarrollo de sistemas de tutoría inteligentes en el ámbito de la electricidad y la electrónica, demostrando que estos sistemas pueden proporcionar apoyo específico en áreas donde los estudiantes presentan dificultades particulares.

2.2 Predicción o identificación temprana de dificultades

La predicción temprana del fracaso académico de los estudiantes en cursos introductorios de programación ha sido abordada mediante el uso de técnicas de minería de datos educativos. Esta capacidad predictiva puede extenderse tanto a la educación infantil como a la educación primaria, permitiendo intervenciones tempranas que prevengan el fracaso educativo [25].

2.3 Apoyo al profesorado

Los chats conversacionales, como ChatGPT, Copilot, Gemini, Claude, etc., y herramientas como ChatPDF ayudarán a planificar el curso, buscar e indexar información, perfilar propuestas metodológicas o sugerir recursos educativos en línea. En el caso de los docentes, además, se constata un énfasis en la experimentación y exploración de las posibilidades de la IA en educación. Entre los beneficios más destacados se encuentran la facilitación para la realización de tareas y el acceso a recursos. Esto permite a los docentes dedicar más tiempo a la interacción directa con los estudiantes y menos a tareas administrativas [26, 27].

2.4 Democratización del acceso educativo

Los profesores pueden crear avatares suyos que den clase en el idioma nativo de todos los alumnos, aunque en realidad no lo hablen. Esta capacidad tiene un potencial transformador especialmente relevante en contextos multilingües y multiculturales [28, 29].

3. RIESGOS Y DESAFÍOS IDENTIFICADOS

3.1 Privacidad y seguridad de los datos

La recopilación de datos sensibles puede exponer a los alumnos a riesgos de seguridad. El uso de IA en la educación también plantea preocupaciones sobre la privacidad y la seguridad de los datos. Las herramientas de IA recopilan y procesan grandes cantidades de datos personales de los estudiantes, lo que puede ser vulnerable a violaciones de seguridad [30, 31].

3.2 Dependencia excesiva y pérdida de habilidades críticas

Los estudiantes pueden perder capacidad de análisis y creatividad al depender de la IA para resolver problemas. Así mismo, podrían volverse demasiado dependientes de herramientas de IA para resolver problemas o realizar tareas, lo que podría limitar su capacidad para pensar críticamente y resolver problemas por sí mismos [32, 33].

Los niños pueden depender demasiado de la IA para aprender, lo que puede disminuir su capacidad para pensar de manera crítica. Esta preocupación es especialmente relevante en educación primaria, donde se están desarrollando las habilidades cognitivas fundamentales [34].

3.3 Brecha digital y desigualdad

La IA puede perpetuar desigualdades educativas debido a datos no representativos o por la falta de acceso a lo tecnológico. La implementación de tecnologías avanzadas puede exacerbar las desigualdades existentes, ya que no todos los estudiantes tienen el mismo acceso a estas herramientas [35, 36].

3.4 Sesgos algorítmicos

Los algoritmos de la IA son tan imparciales como los datos con los que se entrenan. Si estos datos contienen sesgos históricos o culturales, la IA puede perpetuarlos y amplificarlos en el contexto educativo [37, 38].

3.5 Reducción de la interacción humana

La falta de contacto con profesores y compañeros puede afectar el desarrollo social y emocional. Si se utiliza la IA para reemplazar a los maestros, en vez de complementarlos, existe el riesgo de despersonalizar la educación, lo que puede impactar negativamente en la motivación y el desarrollo integral de los estudiantes [39].

3.6 Información incorrecta o sesgada

Muchas veces, lo que arroja la IA no tiene bases o no es del todo correcto, ya que toma todos los datos disponibles y formula respuestas a partir de estos, sin discernir entre fuentes veraces o datos reales. Esto representa un riesgo particular en educación primaria, donde los estudiantes tienen menos capacidad para evaluar críticamente la información [40, 41].

4. PROPUESTA DIDÁCTICA: COMPRENSIÓN DE LA IA EN EDUCACIÓN PRIMARIA

4.1. Principio fundamental: Comprender qué es y cómo funciona la IA

Antes de implementar cualquier herramienta de IA en el aula, es esencial que los estudiantes comprendan los fundamentos básicos de esta tecnología. Según Hadi Partovi, CEO de Code.org: "En la escuela, aprendimos cómo funcionan las bombillas, el sistema digestivo o el proceso de la fotosíntesis. También a comprender mejor nuestro mundo. Sin embargo, la mayoría de las personas no sabe cómo funciona Internet, un teléfono inteligente, un algoritmo o la inteligencia artificial" [42].

Esta propuesta se centra exclusivamente en desarrollar esta comprensión fundamental, estableciendo las bases conceptuales necesarias antes de cualquier aplicación práctica de la IA en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

4.2. Conceptos fundamentales a desarrollar

4.2.1. ¿Qué es la Inteligencia Artificial?

Los estudiantes de primaria deben comprender que:

Para 6-8 años:

- La IA es como un "cerebro de computadora" que puede aprender cosas

- Las máquinas con IA pueden reconocer patrones (como nosotros reconocemos caras)
- La IA necesita que los humanos la programen y la enseñen
- Ejemplos cotidianos: el corrector del móvil, los filtros de fotos, los juegos que aprenden cómo jugar

Para 9-11 años:

- La IA es un conjunto de programas que permite a las máquinas realizar tareas que normalmente requieren inteligencia humana
- Diferencia entre inteligencia humana (comprensión, emociones, creatividad) e inteligencia artificial (procesamiento de datos, patrones, cálculos)
- La IA aprende de ejemplos, como cuando aprendemos a reconocer animales viendo muchas fotos
- La IA está presente en asistentes de voz, videojuegos, aplicaciones educativas

4.2.2. ¿Cómo funciona la IA?

Conceptos básicos adaptados por edad:

Para 6-8 años - Mediante analogías simples:

- Algoritmo como receta: Un algoritmo es como una receta de cocina que dice paso a paso qué hacer
- Aprendizaje por repetición: Como aprender a montar en bici, la IA mejora practicando
- Datos como ingredientes: La IA necesita información (datos) como una receta necesita ingredientes
- Entrenamiento: Enseñamos a la IA mostrándole muchos ejemplos, como enseñar a un cachorro

Para 9-11 años - Conceptos más elaborados:

- Procesamiento de información: La IA toma datos, los procesa siguiendo reglas y produce resultados
- Aprendizaje automático básico: La máquina identifica patrones en los datos y mejora sus respuestas
- Redes neuronales simplificadas: Como nuestro cerebro tiene neuronas conectadas, la IA tiene "neuronas artificiales"
- Ciclo de mejora: Entrada de datos → Procesamiento → Resultado → Corrección → Mejora

4.2.3. Limitaciones y diferencias con la inteligencia humana

Es muy importante que los estudiantes comprendan desde el principio que:

Limitaciones fundamentales de la IA:

- No tiene conciencia ni sentimientos reales
- No comprende el significado real de las cosas, solo procesa patrones
- Puede cometer errores y generar información incorrecta
- Depende completamente de los datos con los que fue entrenada
- No puede reemplazar la creatividad y empatía humanas

Lo que la IA NO puede hacer:

- Sentir emociones genuinas
- Tener experiencias personales
- Comprender el contexto cultural y emocional como los humanos
- Tomar decisiones éticas complejas

- Crear arte o literatura con intención y significado personal

4.3. Metodología de enseñanza propuesta

4.3.1. Enfoque constructivista y experiencial

La comprensión de la IA debe construirse a través de:

1. Actividades desenchufadas (sin tecnología):
 - o Juegos de rol donde los estudiantes actúan como "robots" siguiendo instrucciones
 - o Actividades de clasificación manual para entender cómo la IA agrupa información
 - o Juegos de adivinanzas para comprender el reconocimiento de patrones
2. Exploración guiada con ejemplos cotidianos:
 - o Analizar cómo funciona el corrector ortográfico
 - o Observar cómo las plataformas de video sugieren contenidos
 - o Experimentar con asistentes de voz haciendo preguntas simples
3. Reflexión crítica adaptada a la edad:
 - o ¿Por qué la IA a veces se equivoca?
 - o ¿Qué cosas pueden hacer las personas que la IA no puede?
 - o ¿Cómo sabemos si la información que da la IA es correcta?

4.3.2. Progresión curricular

Primer ciclo (6-8 años) - 10 horas anuales:

- Trimestre 1: ¿Qué son los robots y las máquinas inteligentes?
- Trimestre 2: ¿Cómo aprenden las máquinas?
- Trimestre 3: ¿En qué se parecen y diferencian las personas y las máquinas?

Segundo ciclo (9-11 años) - 15 horas anuales:

- Trimestre 1: Algoritmos y programación básica
- Trimestre 2: Cómo la IA aprende de los datos
- Trimestre 3: Usos responsables y limitaciones de la IA

4.4. Recursos y materiales necesarios

4.4.1. Recursos mínimos requeridos

Sin necesidad de tecnología avanzada:

- Materiales manipulativos (tarjetas, fichas, juegos de mesa adaptados)
- Cuentos y narrativas sobre IA adaptados a la edad
- Guías didácticas para el profesorado
- Pósteres y material visual explicativo

Con tecnología básica disponible:

- Aplicaciones educativas que muestren el funcionamiento de la IA
- Videos explicativos cortos y adaptados

- Simuladores simples de aprendizaje automático
- Herramientas de programación visual básica

Alguna de esta tecnología básica puede ser el hacer uso de las siguientes aplicaciones y recursos (ver Figura 1):

- Quick Draw: <https://quickdraw.withgoogle.com/>
- Learning ML: <https://web.learningml.org/>
- Machine Learning for Kids: <https://machinelearningforkids.co.uk/>
- Say what you see!: <https://artsandculture.google.com/experiment/say-what-you-see/jwG3m7wQShZngw?hl=en>
- Code.org: <https://code.org/es-ES>



Figura 1. Aplicaciones online para trabajar qué es y cómo funciona la IA

4.4.2. Formación docente específica

Para implementar este marco, los docentes necesitan:

1. Comprensión conceptual básica (20 horas):
 - o Qué es la IA y cómo funciona a nivel fundamental
 - o Principales tipos de IA y sus aplicaciones
 - o Mitos y realidades sobre la IA
 - o Implicaciones éticas básicas
2. Didáctica específica (10 horas):
 - o Cómo explicar conceptos complejos de forma simple
 - o Actividades y recursos por edad
 - o Evaluación de la comprensión conceptual
 - o Manejo de preguntas difíciles de los estudiantes

4.5. Evaluación de la comprensión

4.5.1. Indicadores de logro por edad

Para 6-8 años:

- Identifica dispositivos que usan IA en su entorno
- Explica con sus palabras qué es un robot inteligente
- Reconoce que las máquinas necesitan que las personas las programen
- Distingue entre lo que puede hacer una persona y una máquina

Para 9-11 años:

- Define qué es un algoritmo y da ejemplos simples
- Explica cómo la IA aprende de los datos

- Identifica las limitaciones principales de la IA
- Propone usos responsables de la IA en su vida diaria

4.5.2. Métodos de evaluación

- Observación directa durante actividades prácticas
- Dibujos y representaciones gráficas de conceptos
- Explicaciones orales adaptadas a la edad
- Proyectos creativos que demuestren comprensión
- Autoevaluación mediante rúbricas visuales simples

5. CONCLUSIONES

5.1 Síntesis de hallazgos principales

El análisis de la literatura académica reciente revela que la IA tiene un potencial transformador significativo para la educación primaria, ofreciendo oportunidades sin precedentes para la personalización del aprendizaje, la identificación temprana de dificultades y el apoyo al profesorado. Sin embargo, también evidencia riesgos sustanciales relacionados con la privacidad, la dependencia tecnológica, la pérdida de habilidades críticas y la profundización de desigualdades.

El hallazgo más relevante es que existe un consenso emergente sobre la necesidad de que los estudiantes comprendan primero qué es y cómo funciona la IA antes de utilizarla como herramienta educativa. Esta comprensión fundamental no es un complemento opcional, sino un prerrequisito esencial para cualquier implementación responsable.

5.2 La propuesta: un primer paso necesario

Esta comunicación ha presentado un marco inicial centrado exclusivamente en la alfabetización básica sobre IA para estudiantes de educación primaria. La propuesta se limita deliberadamente a establecer los cimientos conceptuales: qué es la IA, cómo funciona, cuáles son sus limitaciones y en qué se diferencia de la inteligencia humana.

Este enfoque restrictivo responde a una convicción pedagógica fundamental: sin una comprensión básica de la tecnología, los estudiantes no pueden desarrollar el pensamiento crítico necesario para utilizarla de manera responsable y efectiva. Como señala la UNESCO, es crucial dar prioridad a las consideraciones éticas y a la preservación de la educación como un empeño social y centrado en el ser humano.

5.3 Implicaciones para la práctica educativa

La implementación de este marco inicial requiere:

1. Un cambio de paradigma: Pasar de la urgencia por usar herramientas de IA a la paciencia necesaria para construir comprensión fundamental.
2. Inversión en formación docente: Los profesores necesitan primero comprender ellos mismos estos conceptos antes de poder enseñarlos efectivamente.
3. Recursos adaptados: Desarrollo de materiales didácticos específicos que no requieran necesariamente tecnología avanzada.
4. Evaluación continua: Monitoreo constante del nivel de comprensión alcanzado antes de avanzar hacia usos más complejos.

5.4 Limitaciones y futuras líneas de trabajo

Esta propuesta constituye solo el primer paso de un proceso más amplio. Una vez establecida esta base de comprensión fundamental, será necesario desarrollar:

- Directrices para el uso práctico de herramientas de IA en el aula
- Protocolos específicos de seguridad y privacidad
- Metodologías de integración curricular
- Sistemas de evaluación del impacto en el aprendizaje

5.5 Reflexión final

La llegada de la IA a las aulas de primaria es inevitable, pero su implementación no debe ser precipitada. Como educadores, tenemos la responsabilidad de asegurar que nuestros estudiantes no solo sean usuarios de tecnología, sino ciudadanos digitales críticos y conscientes.

La propuesta presentada en esta comunicación no pretende frenar la innovación, sino canalizarla de manera responsable. Al priorizar la comprensión sobre el uso, estamos invirtiendo en la capacidad de nuestros estudiantes para navegar un futuro cada vez más mediado por la IA con conocimiento, criterio y autonomía.

Como sociedad, debemos resistir la tentación de implementar tecnología por el mero hecho de estar disponible. En su lugar, debemos preguntarnos constantemente: ¿están nuestros estudiantes preparados para comprender lo que están utilizando? Solo cuando la respuesta sea afirmativa, podremos avanzar hacia implementaciones más complejas con la confianza de estar construyendo sobre bases sólidas.

La educación del siglo XXI no consiste solo en preparar usuarios de tecnología, sino en formar ciudadanos capaces de comprender, cuestionar y dar forma al mundo tecnológico en el que viven. Este es el verdadero desafío y la verdadera oportunidad que la IA presenta para la educación primaria.

REFERENCIAS

1. Georgieva, K.: La economía mundial transformada por la inteligencia artificial ha de beneficiar a la humanidad. IMF Blog, <https://bit.ly/georgieva24>, último acceso el 17/10/2025.
2. Empantallados.com, GAD3: El impacto de la IA en la educación en España (2024). <https://empantallados.com/ia/>
3. Han, A., Zhou, X., Cai, Z., Han, S., Ko, R., Corrigan, S., Pepler, K.: Teachers, parents, and students' perspectives on integrating generative AI into elementary literacy education. In: Proceedings of the 2024 CHI Conference on Human Factors in Computing Systems, 648, 1-17. Association for Computing Machinery, New York (2024).
4. Yusuf, F. A.: Trends, opportunities, and challenges of artificial intelligence in elementary education - A systematic literature review. Journal of Integrated Elementary Education, 5(1), 109-127 (2025).
5. Jauhainen, J.S.; Guerra, A.G.: Generative AI and ChatGPT in School Children's Education: Evidence from a School Lesson. Sustainability, 15, 14025 (2023).
6. Qiu, Y., Pan, J., Ishak, N. A.: Effectiveness of Artificial Intelligence (AI) in Improving Pupils' Deep Learning in Primary School Mathematics Teaching in Fujian Province. Computational Intelligence and Neuroscience 2022, 1362996, 1-10 (2022).
7. Kalburgi, S.: The Transformative Impact of Artificial Intelligence on Education. Journal of Research & Development 15(14), 131-134 (2023).
8. Choi, W.C., Peng, J., Choi, I.C., Lei, H., Lam, L.C., Chang, C.I.: Improving Young Learners with Copilot: The Influence of Large Language Models (LLMs) on Cognitive Load and Self-Efficacy in K-12 Programming Education. In: 5th International Conference on Artificial Intelligence and Education (ICAIE), 2025, pp. 284-288. Suzhou, China (2025).
9. Rindaningsih, I., Mustaqim, I., Indra, I.R., Astuti, R.: Transforming Learning in Primary Schools: The Role of AI and Flipped Classroom-based Apps. International Journal of Artificial Intelligence Research 8(1.1), 1-10 (2024).
10. Yim, I. H. Y.: A critical review of teaching and learning artificial intelligence (AI) literacy: Developing an intelligence-based AI literacy framework for primary school education. Computers and Education: Artificial Intelligence 7, 100319 (2024).
11. Ng, D.T.K., Chan, E.K.C., Lo, C.K.: Opportunities, challenges and school strategies for integrating generative AI in education. Computers and Education: Artificial Intelligence 2025, 100373 (2025).
12. Iqbal, M., Khan, N. U., Imran, M.: The role of artificial intelligence (AI) in transforming educational practices: Opportunities, challenges, and implications. Qlantic Journal of Social Sciences 5(2), 348-359 (2024).
13. Mazi, A., Yıldırım, I.O.: Primary school teachers' opinions on the use of artificial intelligence in educational practices. Social Sciences & Humanities Open 11, 101576 (2025).
14. Erol, M., Erol, A.: Use of artificial intelligence (AI) technologies in education according to primary school teachers: Opportunities and challenges. Sakarya University Journal of Education 14(3), 425-445 (2024).
15. Yumbul, E., Sulak, S. E.: Examining the views of primary school teachers on the use of artificial intelligence in education. Education Mind 3(3), 303-317 (2024).
16. Chai, C. S., Lin, P. Y., Jong, M. S. Y., Dai, Y., Chiu, T. K., Qin, J.: Perceptions of and behavioral intentions towards learning artificial intelligence in primary school students. Educational Technology & Society 24(3), 89-101 (2021).
17. Oruc, T., Korkmaz, Ö., Kurt, M.: Primary School Students' Views on Artificial Intelligence. International Journal of Technology in Education and Science 8(4), 583-601 (2024).

18. Walan, S.: Primary school students' perceptions of artificial intelligence—for good or bad. *International Journal of Technology and Design Education* 35(1), 25-40 (2025).
19. Sin, A. C. K., Barkhaya, N. M. M.: Innovations of AI in Primary School's Learning: A Systematic Review. In: *Fostering Inclusive Education with AI and Emerging Technologies*, 145-164 (2025).
20. Purba, N., Pujiati, D., Sihombing, P. S. R., Simanjuntak, H., Sijabat, D.: The Use of AI in Elementary School Learning: A Systematic Literature Review. *QALAMUNA: Jurnal Pendidikan, Sosial, dan Agama* 17(1), 83-98 (2025).
21. Demartini, C. G., Sciascia, L., Bosso, A., Manuri, F.: Artificial intelligence bringing improvements to adaptive learning in education: A case study. *Sustainability* 16(3), 1347 (2024).
22. Sutrisno, S., Yulia, N.: Artificial Intelligence In Science Learning In Primary Schools. *International Journal Of Humanities Education And Social Sciences (IJHESS)* 3(6), 2854-2859 (2024).
23. Bolaño-García, M., Duarte-Acosta, N.: Una revisión sistemática del uso de la inteligencia artificial en la educación. *Revista Colombiana de Cirugía* 39(1), 51-63 (2024).
24. Johnson, W.L., Lester, J.C.: Face-to-face interaction with pedagogical agents, twenty years later. *International Journal of Artificial Intelligence Education* 26, 25-36 (2016).
25. Rasheed, M. A., Chand, P., Ahmed, S., Sharif, H., Hoodbhoy, Z., Siddiqui, A., Hasan, B. S.: Use of artificial intelligence on Electroencephalogram (EEG) waveforms to predict failure in early school grades in children from a rural cohort in Pakistan. *Plos one* 16(2), e0246236 (2021).
26. Ramos, S. C.: Aplicación de la inteligencia artificial para la optimización temporal en tareas docentes: Un análisis del potencial de mejora en educación primaria y secundaria en España. *Supervisión* 21 77(77), 1-40 (2025).
27. Escandon Zambrano, T. L., Ferruzola Rodriguez, V. F., Zambrano Bravo, R. S., Crespo Asqui, J. D.: Uso de la inteligencia artificial en la gestión del tiempo en docentes de educación básica. *Ciencia Y Educación* 6(6.1), 360 – 377 (2025).
28. Mandic, D., Miscevic, G., Ristic, M.: Teachers' Perspectives on the Use of Interactive Educational Avatars: Insights from Non-Formal Training Contexts. *Research in Pedagogy* 15(1), 115-124 (2025).
29. Alam, A., Mohanty, A.: Facial analytics or virtual avatars: competencies and design considerations for student-teacher interaction in AI-powered online education for effective classroom engagement. In: *International Conference on Communication, Networks and Computing* (pp. 252-265). Cham: Springer Nature Switzerland (2022).
30. Huang, L.: Ethics of artificial intelligence in education: Student privacy and data protection. *Science Insights Education Frontiers* 16(2), 2577-2587 (2023).
31. Ismail, I. A., Alosli, J. M. R.: Data privacy in AI-driven education: An in-depth exploration into the data privacy concerns and potential solutions. In: *AI Applications and Strategies in Teacher Education*, pp. 223-252. IGI Global (2025).
32. Zhai, C., Wibowo, S., Li, L. D.: The effects of over-reliance on AI dialogue systems on students' cognitive abilities: a systematic review. *Smart Learning Environments* 11(1), 28 (2024).
33. George, A. S., Baskar, T., Srikanth, P. B.: The erosion of cognitive skills in the technological age: How reliance on technology impacts critical thinking, problem-solving, and creativity. *Partners Universal Innovative Research Publication* 2(3), 147-163 (2024).
34. Karamuk, E.: The Automation Trap: Unpacking the Consequences of Over-Reliance on AI in Education and Its Hidden Costs. In: *Pitfalls of AI Integration in Education: Skill Obsolescence, Misuse, and Bias*, pp. 151-174. IGI Global Scientific Publishing (2025).
35. Moore, A., MacCallum, K., Karaka-Clarke, T. H., Bell, T.: Equity and the digital divide: A systematic literature review of the integration of AI education in primary schools. In: *Proceedings of the 35th Annual Conference of the Australasian Association for Engineering Education (AAEE 2024)*, pp. 130-138. Christchurch, New Zealand: Engineers Australia (2024).
36. Celik, I.: Exploring the determinants of artificial intelligence (Ai) literacy: Digital divide, computational thinking, cognitive absorption. *Telematics and Informatics* 83, 102026 (2023).
37. Boateng, O., Boateng, B.: Algorithmic bias in educational systems: Examining the impact of AI-driven decision making in modern education. *World Journal of Advanced Research and Reviews* 25(1), 2012-2017 (2025).
38. Bird, K. A., Castleman, B. L., Song, Y.: Are algorithms biased in education? Exploring racial bias in predicting community college student success. *Journal of Policy Analysis and Management* 44(2), 379-402 (2025).
39. Nikitina, I., Ishchenko, T.: The impact of AI on teachers: support or replacement?. *Scientific Journal of Polonia University* 65(4), 93-99 (2024).
40. Alawneh, Y. J. J., Radwan, E. N. Z., Salman, F. N., Makhoulf, S. I., Makhameh, K., Alawneh, M. S.: Ethical considerations in the use of AI in primary education: Privacy, bias, and inclusivity. In: *2024 International Conference on Knowledge Engineering and Communication Systems (ICKECS) Vol. 1*, pp. 1-6. IEEE (2024).
41. Walan, S.: Primary school students' perceptions of artificial intelligence—for good or bad. *International Journal of Technology and Design Education* 35(1), 25-40 (2025).
42. EDUCACIÓN 3.0. Cuatro actividades para enseñar al alumnado qué es y cómo funciona la IA, <https://www.educaciontrespuntocero.com/tecnologia/como-funciona-la-ia/>, último acceso 17/10/2025.

Mejora de la motivación del alumnado a través del uso de Inteligencia Artificial Generativa (MM-IA)

Juan D. Moreno¹, Julio F. Rufo², Carmen Lidia Aguiar-Castillo¹, José A. Rabadán¹, Víctor Guerra¹, Rafael Pérez-Jiménez¹, Beatriz Rodríguez-Mendoza², Silvestre Rodríguez-Pérez², Fernando Rosa²

² Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Instituto Universitario para el desarrollo Tecnológico y la Innovación en Comunicaciones (IDeTIC)

¹ Universidad de La Laguna, Departamento de Ingeniería Industrial

ABSTRACT

Este trabajo presenta un proyecto de innovación educativa orientado a mejorar la motivación del alumnado universitario mediante el uso de Inteligencia Artificial Generativa (IAG), concretamente a través de modelos de lenguaje de gran tamaño (Large Language Models, LLM en inglés) como *ChatGPT*. La iniciativa, desarrollada conjuntamente por la Universidad de La Laguna y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, propone la personalización de actividades de aprendizaje adaptadas a los intereses individuales del estudiantado. El enfoque metodológico combina el diseño de perfiles de aprendizaje, la generación automática de ejercicios y la evaluación del impacto en la motivación y el rendimiento académico. Los resultados esperados apuntan a un mayor compromiso del alumnado, una docencia más adaptativa y una mejora en la calidad del aprendizaje. Este proyecto sienta las bases para la incorporación responsable y sostenible de la inteligencia artificial en la educación superior.

Keywords: Inteligencia Artificial Generativa, motivación estudiantil, aprendizaje personalizado, innovación educativa, ChatGPT, educación superior

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, la educación universitaria ha sufrido una profunda transformación impulsada por el avance de las tecnologías digitales y la necesidad de responder a un alumnado más diverso, conectado y exigente. Los métodos tradicionales de enseñanza, basados en clases magistrales y materiales homogéneos, se han mostrado insuficientes para atender las expectativas de los estudiantes del siglo XXI, quienes demandan experiencias formativas más dinámicas, personalizadas y vinculadas a su contexto real.

En este escenario, la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) [1] se posiciona como una herramienta con un enorme potencial para redefinir los procesos de enseñanza y aprendizaje, al posibilitar nuevas formas de interacción, creación de contenidos y evaluación en la educación superior [2]. En particular, los modelos de lenguaje de gran tamaño (Large Language Models, LLMs), como ChatGPT, han demostrado una capacidad sin precedentes para comprender y generar lenguaje natural, lo que facilita el desarrollo de recursos educativos ajustados a los intereses, características y estilos de aprendizaje de cada estudiante [3]. Por primera vez, estas tecnologías permiten ofrecer una personalización educativa a gran escala, impulsando un cambio de paradigma desde un enfoque centrado en la docencia hacia un modelo centrado en el estudiante.

La Interacción Humano-Computadora (Human-Computer Interaction, HCI) constituye un campo interdisciplinar que integra informática, psicología cognitiva y principios del diseño con el propósito de desarrollar tecnologías centradas en las necesidades reales de las personas. Su enseñanza requiere un enfoque holístico que combine fundamentos teóricos, habilidades prácticas y sensibilidad hacia las capacidades y comportamientos humanos [4]. Una formación eficaz en HCI debe ir más allá de los métodos tradicionales e incorporar estrategias innovadoras que fomenten la creatividad, la empatía y la competencia técnica del alumnado.

El aprendizaje de HCI parte de la comprensión de teorías fundamentales como los modelos mentales, los principios de usabilidad y el diseño centrado en el usuario [5–6]. La teoría de posibilidades y restricciones propuesta por Norman [7], las Ocho Reglas de Oro del Diseño de Interfaces de Shneiderman [8] y las heurísticas de usabilidad de Nielsen ofrecen marcos conceptuales esenciales para analizar y diseñar interacciones persona-ordenador. Integrar estos fundamentos desde las primeras etapas del proceso formativo permite que el estudiantado desarrolle una mirada crítica sobre las interfaces existentes y una capacidad anticipatoria respecto al comportamiento del usuario final.

En este contexto, la incorporación de herramientas de IAG en la docencia de HCI abre nuevas oportunidades para apoyar tanto la adquisición de conceptos teóricos como el desarrollo de competencias prácticas. Una de las aplicaciones más destacadas es el diseño de actividades interactivas donde el alumnado puede utilizar modelos generativos para analizar, reinterpretar o mejorar interfaces existentes. Por ejemplo, la IAG permite simular distintos perfiles de usuarios y sus interacciones con un sistema, facilitando evaluaciones centradas en accesibilidad, diversidad cognitiva o experiencia emocional del usuario. Estas simulaciones, difíciles de abarcar en cursos tradicionales, permiten al estudiantado anticipar problemas de diseño y proponer soluciones más inclusivas.

Asimismo, la IAG puede actuar como asistente creativo durante el proceso de ideación y prototipado. Herramientas generativas pueden producir bocetos iniciales de interfaces, sugerir alternativas visuales o generar estructuras de navegación basadas en principios de usabilidad. Esto acelera el ciclo de diseño, permitiendo a los estudiantes centrarse en la toma de decisiones fundamentadas, en lugar de invertir tiempo excesivo en tareas repetitivas o de baja complejidad técnica. También se han documentado beneficios al incorporar modelos generativos como soporte en workshops de diseño colaborativo, donde la IAG actúa como catalizador de nuevas ideas y facilita la iteración rápida.

Otra línea de innovación se encuentra en la evaluación formativa. La IAG puede generar casos prácticos personalizados, analizar la calidad de diseños propuestos y ofrecer retroalimentación inmediata basada en heurísticas y buenas prácticas de la disciplina. Esta retroalimentación, que puede incluir sugerencias de mejora y referencias a principios teóricos, contribuye a consolidar el aprendizaje autónomo y continuo del alumnado, al tiempo que reduce la carga de corrección para el profesorado. Además, las IAGs pueden adaptarse al nivel de madurez del estudiante, proporcionando desafíos progresivos y materiales complementarios que refuerzan conceptos aún no dominados.

Finalmente, la aplicación de IAG en la enseñanza de HCI fomenta el pensamiento crítico respecto al propio rol de la inteligencia artificial en el diseño y uso de tecnologías. A través del análisis de sesgos, limitaciones y riesgos éticos, como la privacidad de datos, la transparencia o la equidad en los resultados generados, los estudiantes pueden desarrollar una visión reflexiva y responsable del diseño centrado en el usuario. Así, la integración de modelos generativos no solo potencia el aprendizaje técnico, sino que también contribuye a la formación de profesionales capaces de enfrentar los retos sociales y éticos emergentes en la interacción persona-máquina.

La Figura 1 ilustra los componentes principales que influyen en la motivación del estudiante dentro del entorno educativo [9]. En el centro del modelo se encuentra la motivación, que está conformada por cinco factores clave: autonomía, reconocimiento, método de enseñanza, entorno escolar y relevancia y significado.

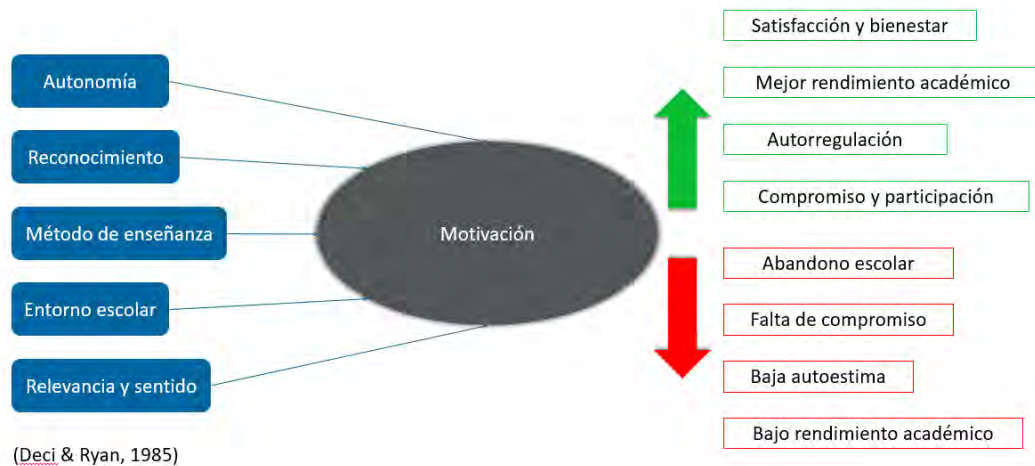


Fig.1 Motivación según Deci & Ryan

Cuando estos elementos se implementan de manera positiva, como, por ejemplo, cuando los estudiantes reciben opciones significativas, obtienen retroalimentación constructiva, participan en métodos de enseñanza interactivos e inclusivos, aprenden en un entorno de apoyo y perciben los contenidos como personalmente relevantes, actúan colectivamente como catalizadores del aumento de la motivación. Esto se representa visualmente mediante una flecha verde ascendente, vinculada a resultados como una mejora del aprendizaje, una mayor implicación, mayor satisfacción y un rendimiento académico superior.

El presente proyecto de innovación educativa se enmarca en esta transformación y tiene como propósito principal mejorar la motivación del alumnado mediante el uso de la Inteligencia Artificial Generativa. La motivación es un factor determinante del rendimiento académico y la permanencia en los estudios universitarios. Diversas investigaciones han evidenciado que el aprendizaje personalizado y contextualizado incrementa la implicación del estudiantado, fomenta su autonomía y potencia su desarrollo de competencias transversales [10]. Por tanto, integrar la IAG como apoyo a la docencia no solo permite modernizar las metodologías, sino también promover una educación más inclusiva y equitativa.

El proyecto se desarrolla de manera conjunta entre la Universidad de La Laguna (ULL) y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), en un esfuerzo coordinado por aplicar metodologías activas apoyadas en herramientas de inteligencia artificial. Las asignaturas seleccionadas pertenecen a los ámbitos de la física y la ingeniería, disciplinas que requieren altos niveles de abstracción y razonamiento, y donde la falta de motivación suele representar un obstáculo significativo para el aprendizaje profundo. La iniciativa busca generar evidencias sobre cómo la personalización basada en IA puede impactar en la motivación, la participación y el rendimiento académico del alumnado universitario.

Desde una perspectiva metodológica, el proyecto propone recopilar información sobre los intereses individuales de los estudiantes mediante encuestas y análisis de su participación, con el fin de crear perfiles personalizados que sirvan de base para la generación de actividades adaptadas por el modelo ChatGPT. Estas actividades se integrarán en las plataformas

docentes habituales (como Moodle o Blackboard), facilitando su implementación sin alterar la estructura general de las asignaturas. Asimismo, se prevé realizar un seguimiento estadístico de los resultados para medir la evolución de la motivación y del desempeño académico.

En suma, este trabajo parte de la premisa de que la personalización del aprendizaje mediante IA generativa puede convertirse en una herramienta poderosa para mejorar la calidad educativa, incrementar la motivación y promover el compromiso del alumnado con su proceso de aprendizaje. Además, se aspira a que las conclusiones de este proyecto sirvan como base para futuras experiencias de innovación en otras titulaciones y contextos educativos, contribuyendo al posicionamiento de las universidades públicas canarias como referentes en la aplicación responsable y pedagógicamente efectiva de la inteligencia artificial en la enseñanza superior.

2. OBJETIVOS Y JUSTIFICACIÓN

El objetivo general de este proyecto es aumentar la motivación y el compromiso del alumnado universitario mediante la personalización de actividades de aprendizaje generadas por inteligencia artificial, adaptadas a los intereses, nivel de conocimiento y ritmo de trabajo de cada estudiante. Se busca que la introducción de esta tecnología no solo mejore la experiencia individual del estudiante, sino que también transforme la práctica docente, promoviendo una educación más activa, inclusiva y orientada a competencias. Los objetivos específicos incluyen:

- Diseñar una metodología educativa personalizada basada en el uso de modelos de lenguaje generativo (ChatGPT u otros) para la creación de materiales y ejercicios adaptados a las preferencias del alumnado.
- Analizar la influencia del aprendizaje personalizado en la motivación y el rendimiento académico mediante la aplicación de instrumentos de evaluación antes y después de la intervención (encuestas, análisis de desempeño y métricas de participación).
- Evaluar la viabilidad y replicabilidad de la metodología en distintas titulaciones, niveles y áreas de conocimiento, estableciendo pautas para su extensión institucional.

La justificación del proyecto se apoya en tres dimensiones fundamentales:

- **Dimensión pedagógica:** La literatura científica reciente señala que la motivación del alumnado es un predictor clave del éxito académico. La posibilidad de adaptar el contenido a los intereses del estudiante promueve un aprendizaje más significativo y profundo. En este sentido, la inteligencia artificial ofrece un potencial inédito para diseñar entornos de aprendizaje personalizados y participativos.
- **Dimensión tecnológica:** Los modelos de lenguaje generativo constituyen una de las innovaciones más disruptivas en la educación digital contemporánea. Su capacidad para generar textos, problemas y materiales didácticos relevantes abre un nuevo paradigma de apoyo a la docencia universitaria, especialmente útil en contextos con elevada carga docente o grupos heterogéneos.
- **Dimensión institucional y social:** Este proyecto refuerza el compromiso de las universidades públicas canarias con la mejora continua de la calidad docente y con el desarrollo de competencias digitales avanzadas en su profesorado. Además, responde a las políticas europeas y nacionales que promueven la incorporación ética y responsable de la inteligencia artificial en la educación.

En conjunto, estos objetivos y su justificación proporcionan el marco estratégico para implementar una innovación educativa sostenible, centrada en el estudiante y basada en evidencia, que promueva una docencia más eficaz, motivadora y socialmente relevante.

3. METODOLOGÍA

El proyecto propone una metodología de innovación educativa centrada en la personalización del aprendizaje mediante el uso de inteligencia artificial generativa, como ChatGPT. Este enfoque metodológico busca transformar la práctica docente en el aula universitaria, pasando de un modelo transmisivo y homogéneo a otro basado en la adaptación de contenidos, actividades y evaluaciones a las características y motivaciones individuales del alumnado. La metodología se fundamenta en los siguientes principios:

- **Aprendizaje centrado en el estudiante:** la personalización del contenido busca atender la diversidad de intereses, ritmos y estilos de aprendizaje del alumnado.
- **Colaboración docente-estudiantil:** el estudiante se convierte en coautor del proceso educativo, aportando información relevante para la personalización de sus materiales.
- **Uso ético y responsable de la IA:** toda aplicación tecnológica se somete a criterios de transparencia, equidad y respeto a la privacidad de los datos.
- **Evaluación continua y basada en evidencias:** el impacto de la metodología se mide mediante indicadores cuantitativos y cualitativos, garantizando la validez y fiabilidad de los resultados.
- **Transferibilidad y escalabilidad:** el modelo está diseñado para ser replicable en distintos niveles educativos y áreas de conocimiento, promoviendo la colaboración interuniversitaria y la innovación sostenible.

La metodología se estructura en cuatro fases principales, que abarcan desde la planificación hasta la evaluación y sostenibilidad de la innovación.

Fase I: Diseño y planificación

En esta primera etapa se lleva a cabo la definición del marco conceptual y pedagógico del proyecto, así como la selección de las asignaturas piloto en las universidades participantes. Se revisan las metodologías docentes existentes y se identifican las necesidades formativas de los estudiantes mediante encuestas iniciales y entrevistas exploratorias. Con base en esta información, el equipo interdisciplinar (formado por profesorado de ingeniería, física y tecnología educativa) diseña una estrategia de intervención personalizada que integra la IA generativa como herramienta complementaria en el aula. Además, se establecen los criterios de evaluación de impacto, los indicadores de motivación y rendimiento, y los procedimientos para el análisis estadístico de los datos. Se prevé la capacitación inicial del profesorado en el uso responsable y ético de herramientas de inteligencia artificial, asegurando que su aplicación se realice bajo criterios pedagógicos sólidos.

Fase II: Recopilación de datos y perfilado del alumnado

Durante esta fase, se recopila información sobre los intereses, estilos de aprendizaje y niveles de competencia de los estudiantes mediante cuestionarios estructurados y análisis de su participación previa en las plataformas virtuales de aprendizaje (Moodle, Blackboard, etc.). Se analizan datos tales como nivel de motivación por la asignatura, aficiones e intereses, preferencias sobre el agrupamiento, el interés por relacionar sus aficiones con la asignatura y las técnicas de aprendizaje favoritas (explicación teórica, problemas, proyectos de construcción). Con estos datos, se elaboran perfiles individuales de aprendizaje que servirán como base para la generación de materiales personalizados. Las IAGs se emplean para producir ejercicios, problemas, ejemplos y textos explicativos adaptados al nivel de comprensión y a las áreas de interés del alumnado. La personalización se implementa a través de prompts diseñados por el profesorado, en los cuales se establecen parámetros pedagógicos y técnicos (nivel de dificultad, enfoque conceptual, contexto práctico, tono comunicativo). De este modo, la IA actúa como asistente didáctico, y no como sustituto del docente, garantizando un control humano permanente sobre los contenidos generados.

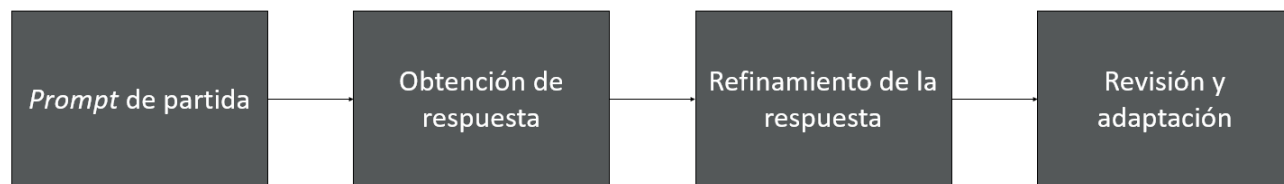


Fig. 2 Método de generación de ejercicios.

Fase III: Implementación y pilotaje

Durante la fase de aplicación, el estudiantado realiza actividades generadas por IA bajo la supervisión del profesorado. Se comparan los niveles de participación, motivación y rendimiento con los de cursos anteriores mediante análisis cuantitativos y cualitativos. Se emplean instrumentos como cuestionarios de autoevaluación, entrevistas semiestructuradas y análisis de las métricas de uso en las plataformas digitales (frecuencia de acceso, tiempo dedicado, calificaciones, etc.). Los resultados preliminares permiten ajustar el enfoque metodológico y realizar mejoras antes de su expansión a otros grupos o titulaciones.

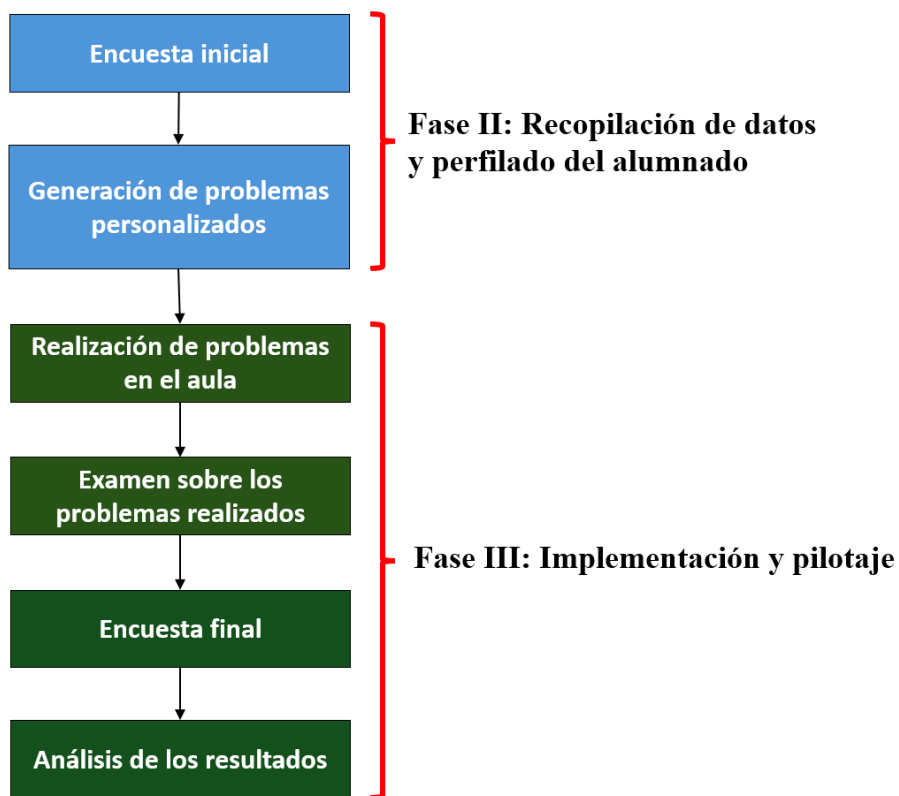


Fig. 3 Actividades principales de las fases II y III

Fase IV: Evaluación, refinamiento y sostenibilidad

En la última fase se realiza una evaluación integral del impacto del proyecto, tanto desde la perspectiva del alumnado como del profesorado. Se aplican análisis estadísticos de comparación pre y postintervención para determinar la significancia de los cambios en la motivación, el rendimiento y la percepción del aprendizaje personalizado, tal como se muestra en la Figura 3.

Para contrastar los efectos de la intervención, se emplean principalmente pruebas de McNemar y Wilcoxon, que permiten analizar si las diferencias en la motivación antes y después de la experiencia son estadísticamente significativas, tanto en los grupos con personalización como en los de control. Asimismo, se utiliza la correlación de Pearson para examinar la relación entre el nivel de motivación y las calificaciones obtenidas en los ejercicios personalizados.

Las hipótesis planteadas son:

- **H₀ (nula):** la personalización de los problemas mediante IA no tiene un impacto significativo en la motivación del alumnado.
- **H₁ (alternativa):** la personalización de los problemas mediante IA sí tiene un impacto significativo en la motivación del alumnado.

Los resultados obtenidos servirán como evidencia empírica para elaborar recomendaciones y buenas prácticas aplicables en otros contextos, garantizando la validez estadística y la sostenibilidad del modelo propuesto.

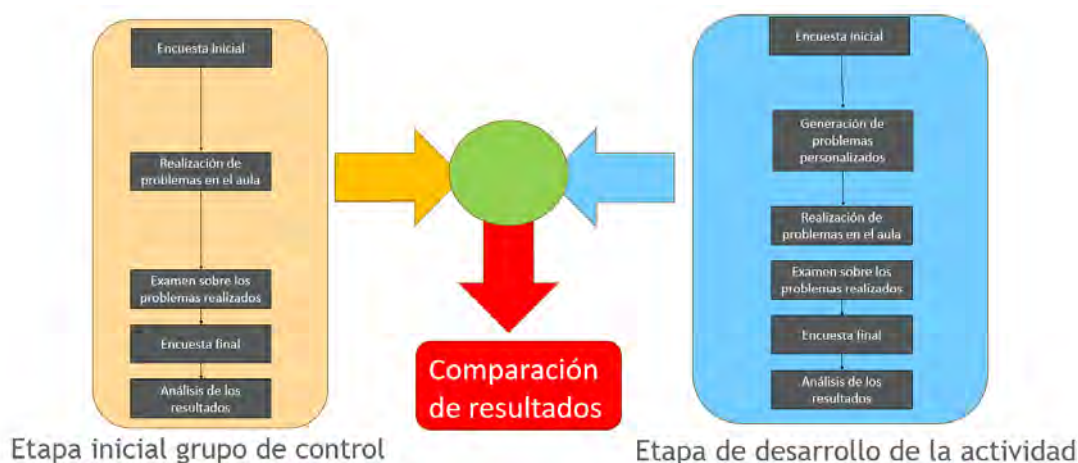


Fig. 4 Esquema de la metodología del proyecto

El proyecto se desarrollará en dos años. Durante el primer año se realizará la planificación, el diseño metodológico, la recopilación de datos y la creación de perfiles de estudiantes, así como una prueba piloto de las primeras actividades. En el segundo año se implementará la metodología en aula, se evaluará el impacto obtenido en los resultados del aprendizaje. Se espera que el profesorado adquiera una comprensión más profunda de las necesidades del alumnado y que incorpore herramientas tecnológicas innovadoras en su práctica docente. Para el alumnado, se prevé una mejora en la motivación, el

compromiso y el rendimiento académico. Los resultados se evaluarán mediante análisis cuantitativos de encuestas y rendimiento, con especial atención a la percepción estudiantil y la equidad de género en la participación. Para garantizar su sostenibilidad, se prevé la formación continua del profesorado, la integración de la metodología en el currículo y la búsqueda de financiación institucional y colaboraciones interuniversitarias.

4. CONCLUSIONES

El proyecto *“Mejora de la motivación del alumnado a través del uso de Inteligencia Artificial Generativa”* representa una iniciativa pionera dentro del contexto universitario canario y un ejemplo concreto del potencial transformador que poseen las tecnologías emergentes cuando se integran con una orientación pedagógica sólida. A lo largo de su desarrollo, la propuesta busca demostrar que la IAG, y en particular los modelos de lenguaje de gran tamaño pueden actuar como catalizadores de innovación educativa al facilitar experiencias de aprendizaje más personalizadas, dinámicas y significativas. La personalización del aprendizaje mediante IA constituye una herramienta eficaz para incrementar la motivación intrínseca del estudiantado. Al adaptar los contenidos a los intereses y estilos de aprendizaje individuales, se promueve un entorno educativo más cercano y participativo, donde el alumnado percibe que su esfuerzo tiene un impacto directo en su progreso académico. Esta percepción de control y relevancia es clave para fomentar la autorregulación y el compromiso con el aprendizaje, dos factores directamente relacionados con la mejora del rendimiento.

El uso de IAGs no solo beneficia al alumnado, sino que también transforma la práctica docente. Los profesores y profesoras implicados desarrollan nuevas competencias digitales, adquieren herramientas para analizar los datos de aprendizaje y aprenden a utilizar la inteligencia artificial de forma ética, transparente y orientada al desarrollo de competencias. Esta evolución profesional del profesorado es esencial para que la innovación educativa no dependa únicamente de la tecnología, sino que se integre como parte del proceso formativo institucional.

Otro aspecto relevante del proyecto es su enfoque colaborativo e interuniversitario. La cooperación entre la Universidad de La Laguna y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria permite combinar experiencias, recursos y perspectivas pedagógicas diversas, generando sinergias que fortalecen la calidad del proyecto. Este modelo de colaboración demuestra la viabilidad de implementar estrategias conjuntas de innovación entre universidades públicas, promoviendo la transferencia de conocimiento y la creación de redes docentes activas.

Desde el punto de vista metodológico, la investigación pone de relieve la importancia de diseñar mecanismos de evaluación rigurosa del impacto educativo de la IA. La medición de la motivación, la percepción del aprendizaje y el rendimiento académico antes y después de la intervención proporciona evidencia empírica sobre la efectividad de la metodología propuesta. Este enfoque basado en datos permitirá ajustar las estrategias y optimizar los resultados, garantizando la validez de las conclusiones y la posibilidad de replicar el modelo en otros contextos.

En cuanto a la sostenibilidad y proyección futura, los resultados obtenidos sientan las bases para la creación de una línea permanente de innovación educativa basada en inteligencia artificial dentro de las universidades públicas canarias. Se prevé que, a medio plazo, el modelo pueda extenderse a otras titulaciones y disciplinas, adaptándose a las necesidades específicas de cada contexto formativo. La elaboración de guías, materiales de capacitación y protocolos éticos de uso de IA educativa permitirá consolidar esta experiencia como una buena práctica institucional.

REFERENCIAS:

- [1] Dilmegani, C. (2023). The Future of Large Language Models. AI Multiple.
- [2] Kasneci, E., Sessler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., & Kasneci, G. (2023). ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and Individual Differences*, 103, 102274.
- [3] Moreno Gázquez, J. D., Guerra Yáñez, V., & Ravelo García, A. G. (2023). Experimental evaluation of Large Language Models for in-class learning experience customization. X Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC (INNOEDUCATIC 2023).
- [4] Churchill, E.F., Bowser, A., Preece, J.: Teaching and learning human-computer interaction: Past, present, and future. *Human-Computer Interaction* 29(5–6), 349–378 (2014).
- [5] Gross, T., Gulliksen, J., Kotzé, P., Palanque, P., Winckler, M.: Human-computer interaction education and diversity. In: *Human-Computer Interaction – INTERACT 2013*. Springer (2014).
- [6] Nielsen, J.: 10 usability heuristics for user interface design (1995), <https://www.nngroup.com/articles/ten-usability-heuristics/>
- [7] Norman, D.A.: Affordance, conventions, and design. *Interactions* 6(3), 38–43 (1999).
- [8] Wong, E.: Shneiderman’s eight golden rules will help you design better interfaces (2025), Interaction Design Foundation.
- [9] Deci, E.L., Ryan, R.M.: *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior*. Springer (1985).
- [10] Purcachi Aguaguña, L. D., Rosero Chulde, N. R., Chicaiza Maisincho, J. C., Pinanjota Álvarez, W., Vega Coronel, L. M., Vega Coronel, M. N., & Condor Caspi, D. F.. *La personalización del aprendizaje: un enfoque pedagógico transformador en la educación*. Quito: FIECYT Ediciones. ISBN: 978-9942-7233-4-5 (2024).

Metodología docente para la enseñanza del lenguaje marítimo estandarizado (SMCP) en la asignatura Inglés Normalizado OMI

Amanda Peña Navarro^{*a}, Francisco Helenio Hoyos Medina^a y Lidia Paola Padilla Cruz^a

^aUniversidad de La Laguna, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería,

Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima,

Vía Auxiliar Paso Alto, 2, 38001 Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias, España.

RESUMEN

Esta comunicación presenta una propuesta de innovación docente centrada en la aplicación del Standard Marine Communication Phrases (SMCP) dentro de la asignatura Inglés Normalizado OMI, perteneciente al Grado en Náutica y Transporte Marítimo de la Universidad de La Laguna. El objetivo principal es mejorar la competencia comunicativa operativa del alumnado en contextos marítimos profesionales, alineando el proceso de enseñanza-aprendizaje con los estándares internacionales establecidos por la Organización Marítima Internacional (OMI) y el Convenio Internacional sobre Normas de formación, titulación y guardia para la gente de mar (STCW) para un desempeño profesional. La propuesta metodológica se fundamenta en el aprendizaje basado en tareas, el enfoque comunicativo y la simulación de escenarios reales de puente y radiocomunicación, integrando herramientas digitales de apoyo como Moodle, audios SMCP interactivos y simuladores de comunicaciones Very High Frequency (VHF). La experiencia se enmarca en una educación competencial orientada a la seguridad marítima y al uso estandarizado del inglés operacional. Se presentan los resultados obtenidos en tres cursos académicos consecutivos, mostrando una mejora significativa en la precisión lingüística, la fluidez y la seguridad comunicativa de los futuros oficiales de la marina mercante.

Palabras clave: SMCP, OMI, innovación docente, simulación, comunicación marítima, aprendizaje basado en tareas, competencia profesional.

ABSTRACT

This paper presents a proposal for teaching innovation focused on the application of Standard Marine Communication Phrases (SMCP) within the IMO Standardised English course, part of the Bachelor's Degree in Nautical Science and Maritime Transport at the University of La Laguna. The main objective is to improve students' operational communication skills in professional maritime contexts, aligning the teaching-learning process with the international standards established by the International Maritime Organisation (IMO) and the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW) for professional performance.

The methodological proposal is based on task-based learning, a communicative approach and the simulation of real bridge and radio communication scenarios, integrating digital support tools such as Moodle, interactive SMCP audios and Very High Frequency (VHF) communication simulators. The experience is part of a competency-based education focused on maritime safety and the standardised use of operational English. The results obtained in three consecutive academic years are presented, showing a significant improvement in linguistic accuracy, fluency and communication confidence among future merchant navy officers.

Keywords: Maritime English, SMCP, IMO, educational innovation, simulation, communication, task-based learning, competence-based training.

^{*}apenanav@ull.edu.es; teléfono: 638613459

1. INTRODUCCIÓN

La comunicación marítima es un elemento esencial para la seguridad y la eficiencia de las operaciones a bordo. La complejidad del entorno marítimo y la diversidad lingüística de las tripulaciones hacen imprescindible el uso de un lenguaje común, claro y normalizado. En este contexto, el Standard Marine Communication Phrases (SMCP), elaborado por la Organización Marítima Internacional (OMI), constituye el estándar internacional para las comunicaciones marítimas en inglés. [1]

La asignatura Inglés Normalizado OMI, integrada en el Grado en Náutica y Transporte Marítimo de la Universidad de La Laguna (ULL), tiene como finalidad desarrollar la competencia comunicativa del alumnado en contextos operacionales marítimos. Su objetivo no se limita a la adquisición lingüística, sino que persigue la aplicación efectiva de las frases estandarizadas en situaciones reales de puente, maniobra o emergencia, implementando una actualización de los medios y recursos con que se imparte la asignatura.

Esta ponencia presenta una innovación docente basada en la integración metodológica del SMCP a través de un enfoque comunicativo, experiencial y basado en la simulación, adaptado a los requerimientos del Convenio STCW y del Modelo de Curso OMI 3.17 (Maritime English). [2]

2. MARCO TEÓRICO

2.1. El lenguaje marítimo estandarizado (SMCP)

El SMCP surge en 2001 como una respuesta de la OMI a los problemas derivados de la comunicación multilingüe en el mar. Su objetivo es garantizar la comprensión mutua entre tripulaciones y servicios costeros, reduciendo el riesgo de errores humanos en la comunicación radiofónica y en las maniobras de navegación.

El documento se estructura en dos bloques principales:

1. Comunicaciones externas, centradas en mensajes VHF, tráfico portuario y coordinación con servicios de salvamento.
2. Comunicaciones internas, vinculadas a órdenes de maniobra, emergencias y seguridad a bordo.

El uso del SMCP no es meramente lingüístico, sino procedimental y operativo, siendo parte integral del entrenamiento de oficiales bajo los códigos STCW y SOLAS.

2.2. Enfoques didácticos contemporáneos

En el ámbito de la enseñanza del inglés marítimo, diversos estudios (Trenkner, 2003; Cole & Trenkner, 2011) subrayan la eficacia del aprendizaje basado en tareas (TBL) y de la simulación situacional como herramientas clave para vincular el conocimiento lingüístico con la actuación profesional. Estas metodologías promueven una enseñanza centrada en la acción, donde el alumno se convierte en operador comunicativo más que en receptor de contenidos gramaticales. [3] [4]

La presente innovación adapta estos principios al contexto de la ULL, integrando la simulación, la autoevaluación y el aprendizaje colaborativo en un entorno blended (presencial y virtual).

3. METODOLOGÍA DOCENTE PROPUESTA

3.1. Principios metodológicos.

La propuesta se fundamenta en tres pilares:

- Aprendizaje basado en tareas (TBL): Los estudiantes resuelven situaciones comunicativas que reproducen la interacción real entre oficiales, pilotos o servicios de tráfico marítimo.
- Enfoque comunicativo (CLT): Se prioriza la intención comunicativa sobre la corrección formal, reforzando la fluidez y la adecuación pragmática.
- Simulación profesional: Se reproducen condiciones operativas mediante simuladores de puente y radio VHF, fomentando la respuesta inmediata y contextualizada.

3.2. Estructura temporal y actividades

La asignatura se organiza en módulos temáticos a lo largo de 15 semanas. Cada uno de los módulos temáticos se evalúa según las necesidades, por ejemplo, los fundamentos del SMCP se evalúan mediante un cuestionario que se realiza a través de la plataforma Moodle, sin embargo, en la coordinación con el servicio de tráfico marítimo (VTS) se debe de evaluar de forma individual mediante el feedback al alumno. [5]

Todos los módulos, así como las actividades realizadas dentro de estos, forman parte de la nota final de la asignatura, aplicando a cada una de ella el porcentaje de la nota que corresponda.

En la tabla que encontramos a continuación, vemos como se dividen los diferentes módulos temáticos, que actividad principal se busca desarrollar y como se evalúa cada uno de estos módulos.

Tabla 1. Estructura metodológica del curso

Semana	Módulo temático	Actividad principal	Evaluación
1–3	Fundamentos del SMCP	Análisis de frases y pronunciación	Cuestionario inicial
4–6	Comunicación en el puente	Simulación de maniobras y órdenes	Observación docente
7–9	Mensajes VHF y emergencias	Role-play y dramatización	Evaluación por pares
10–12	Coordinación con VTS	Audio drills y simulación digital	Feedback individual
13–15	Escenario integrado	Ejercicio final	Prueba oral final

3.3. Herramientas tecnológicas

La implementación del SMCP en el aula universitaria requiere integrar recursos tecnológicos que favorezcan la práctica continua, la exposición auditiva y comunicativa y la simulación de contextos reales de navegación. En la asignatura Inglés Normalizado OMI de la Universidad de La Laguna, se han empleado de forma combinada plataformas virtuales de aprendizaje, simuladores profesionales y recursos multimedia específicos del ámbito marítimo, lo que ha permitido desarrollar un entorno de aprendizaje híbrido, dinámico y centrado en el estudiante.

a) Plataforma Moodle ULL

El campus virtual Moodle constituye la base estructural del entorno de aprendizaje. A través de esta plataforma se organizan los módulos temáticos, materiales didácticos, cuestionarios y tareas colaborativas. Cada unidad incluye:

- Guías de estudio con objetivos y competencias específicas.
- Ejercicios interactivos SMCP, donde el alumnado selecciona la frase correcta según la situación comunicativa descrita.
- Foros de práctica asincrónica, donde se simulan mensajes radiofónicos o comunicaciones escritas.
- Autoevaluaciones con feedback inmediato, que permiten revisar errores recurrentes en vocabulario o sintaxis.

El uso de Moodle también facilita la evaluación continua y la retroalimentación individualizada, contribuyendo a una enseñanza más inclusiva y adaptada a distintos ritmos de aprendizaje.

b) Recursos audiovisuales interactivos

Se han desarrollado audios interactivos y vídeos de casos reales de navegación, elaborados a partir de grabaciones de comunicaciones puente-puente y puente-tierra. Estos materiales se integran en Moodle y en sesiones presenciales para:

- Entrenar la comprensión auditiva en condiciones reales de ruido y acento.
- Identificar y corregir errores de interpretación comunes.
- Reforzar la entonación y pronunciación estandarizada.

El uso de herramientas como H5P permite crear ejercicios donde el estudiante escucha una comunicación y debe seleccionar la respuesta adecuada, escribir el mensaje SMCP correspondiente o clasificar las expresiones por tipo de operación (maniobra, emergencia, rutina, etc.).

Asimismo, se han diseñado vídeos con subtítulos bilingües (inglés normalizado / traducción al español), lo que facilita el aprendizaje de alumnos con diferentes niveles de competencia lingüística.

c) Integración pedagógica de los recursos

Las herramientas tecnológicas no se utilizan de forma aislada, sino dentro de un ciclo pedagógico integrado, que sigue la secuencia:

1. Exposición guiada (Moodle y materiales teóricos)
2. Práctica controlada (audios interactivos y ejercicios en línea)
3. Simulación aplicada (VHF MAR-COM / entorno de puente)
4. Evaluación reflexiva (feedback y autoevaluación en Moodle)

Esta integración refuerza la transferencia entre los distintos niveles de competencia —cognitivo, funcional y operativo— garantizando que los estudiantes no solo reconozcan las frases estandarizadas, sino que sepan cuándo, cómo y por qué emplearlas en condiciones reales de navegación.

4. IMPLEMENTACIÓN Y DESARROLLO

La innovación se implementó de forma gradual entre los cursos 2022–2025. En la primera etapa se priorizó la formación docente y la adaptación de los contenidos a la plataforma Moodle. En la segunda, se incorporaron las sesiones de simulación mixta, combinando ejercicios presenciales y virtuales. Finalmente, se consolidó un modelo híbrido que integra tres niveles de aprendizaje:

Tabla 2. Modelo de integración metodológica SMCP-ULL

1	Nivel cognitivo	Comprensión teórica del SMCP.
2	Nivel funcional	Aplicación práctica en tareas simuladas.
3	Nivel operativo	Desempeño en situaciones integradas de puente.

Este modelo refuerza la transferencia entre conocimiento lingüístico y actuación profesional, cumpliendo los resultados de aprendizaje de la guía docente de la ULL.

Durante los próximos cursos académicos, se pretenden desarrollar e implementar las siguientes mejoras:

1. Simulador VHF MAR-COM y entorno de puente

Durante este curso académico se pretende realizar simulaciones en el simulador de comunicaciones marítimas VHF MAR-COM, instalado en el Centro de Simulación Marítima de la Facultad de Náutica. Con esto se pretende reproducir entornos reales de comunicación radiofónica entre buques, estaciones costeras y servicios portuarios. Mediante este software, los estudiantes practicarán el envío y recepción de mensajes utilizando el repertorio SMCP de forma estructurada, incluyendo frases como:

*“This is MV Teide. Request permission to enter harbour area.”
“Negative, keep clear of fairway. Wait for pilot instruction.”*

Durante las sesiones, cada estudiante asumirá un rol distinto (oficial de guardia, capitán, operador VTS), lo que fomentará la rotación de perspectivas y el desarrollo de la conciencia situacional (situational awareness).

El simulador registra todas las emisiones, lo que permitirá un análisis posterior de la pronunciación, la claridad y la estructura del mensaje, contribuyendo a la mejora progresiva de la competencia oral.

2. Pronunciación asistida e inteligencia artificial

En futuros cursos se pretende implementar un módulo de pronunciación asistida por inteligencia artificial, basado en tecnologías de reconocimiento de voz. Esta herramienta permitirá al estudiante grabar su voz pronunciando frases del SMCP y recibir retroalimentación automática sobre la entonación, la precisión fonética y el ritmo.

El objetivo es desarrollar una pronunciación inteligible internacionalmente, siguiendo las recomendaciones de la OMI, que priorizan la claridad y la neutralidad del acento por encima del modelo nativo.

5. RESULTADOS

La aplicación del modelo ya implementado en cursos anteriores ha mostrado una mejora sustancial en la competencia comunicativa operativa. A partir de registros de evaluación continua y encuestas al alumnado, se destacan los siguientes resultados:

- **85 %** de los estudiantes alcanzó un nivel funcional operativo en SMCP.
- **78 %** manifestó sentirse más preparado para interactuar en inglés en contextos de navegación real.
- El error en la formulación de mensajes VHF se redujo en un **60 %** respecto a cohortes previas.
- Se observó una mayor fluidez y seguridad en la emisión de órdenes y reportes orales.

Estos datos se obtuvieron sobre los resultados de las diferentes evaluaciones y cómo superaban los alumnos la asignatura. Hemos de tener en cuenta que contábamos con una media de 80 alumnos por curso, de manera que se podía comparar los resultados en una muestra bastante amplia.

La percepción docente indica que el uso combinado de simuladores y materiales interactivos favoreció la autonomía y la motivación del alumnado, definido así por los estudiantes a través de las encuestas y conversaciones mantenidas con ellos.

6. DISCUSIÓN

Los resultados corroboran que la enseñanza del inglés marítimo mediante SMCP debe trascender la mera memorización de frases, orientándose hacia la competencia comunicativa contextualizada. La simulación y el trabajo colaborativo permiten al estudiante construir conocimiento significativo y transferible al ámbito profesional.

Además, el uso de plataformas digitales ha ampliado las oportunidades de práctica autónoma, facilitando la retroalimentación inmediata y la consolidación del aprendizaje.

Entre las principales dificultades detectadas se incluyen la limitación de horas de simulador y la necesidad de formación específica del profesorado en pedagogía marítima. Sin embargo, estos desafíos abren nuevas líneas de mejora: formación docente continua, colaboración con centros de simulación y desarrollo de repositorios audiovisuales propios.

Asimismo, se considera oportuno reforzar la conexión directa entre los resultados obtenidos y los principios pedagógicos enunciados en el marco teórico. En particular, los datos cuantitativos y cualitativos presentados evidencian que el aprendizaje basado en tareas y la simulación situacional no solo favorecen la transferencia lingüística operativa, sino que también se correlacionan con una mejora observable en la actuación comunicativa en contextos funcionales de puente y radiocomunicación. Dicho alineamiento confirma la coherencia interna del modelo formativo aplicado.

7. CONCLUSIONES

La experiencia desarrollada en la Universidad de La Laguna demuestra que la integración metodológica del SMCP dentro de Inglés Normalizado OMI contribuye significativamente a la formación de oficiales competentes, seguros y capaces de comunicarse eficazmente en contextos internacionales.

La innovación combina teoría, práctica y simulación, promoviendo un aprendizaje activo y situado. La alineación con los estándares de la OMI y el enfoque competencial del Espacio Europeo de Educación Superior consolidan una propuesta docente replicable en otras instituciones marítimas.

Como líneas futuras se prevé la implementación de entornos de realidad virtual y herramientas de inteligencia artificial para el entrenamiento de pronunciación y feedback automático, fortaleciendo aún más la inmersión lingüística y la seguridad comunicativa.

REFERENCIAS

- [1] IMO (2001). Standard Marine Communication Phrases (SMCP). International Maritime Organization, London.
- [2] IMO (2015). Model Course 3.17 – Maritime English. International Maritime Organization, London.
- [3] Trenkner, P. (2003). “Maritime English — A Challenge for the IMO and IMLA.” World Maritime University Journal of Maritime Affairs, 2(1), 81–93.
- [4] Cole, C. & Trenkner, P. (2011). “The IMO Standard Marine Communication Phrases – History, Development and Implementation.” Maritime English Journal, 2(3), 45–57.
- [5] Universidad de La Laguna (2025). Guía Docente de la Asignatura Inglés Normalizado OMI, Grado en Náutica y Transporte Marítimo.
- [6] Fernández, L. (2020). “La enseñanza del inglés profesional en entornos marítimos.” Revista de Didáctica de Lenguas para Fines Específicos, 18(2), 45–63.
- [7] Lee, S. & Kang, J. (2023). “AI-assisted feedback for pronunciation accuracy in Maritime English training”. Journal of Maritime Education and Training, 19(2), 57-73.
- [8] Rodrigues, M. & Fidalgo, C. (2024). “Task-based simulation for ESP communicative competence: A cross-institutional study in nautical programmes”. English for Specific Purposes Today, 11(1), 33-52.

Diseño de una práctica de laboratorio para la implementación de control térmico por histéresis mediante microcontroladores para celdas termoelectricas

Miguel Francisco Ferrer Pareja ^a, Carlos Jesús Sánchez Morales ^b, Mariana Hernández Pérez ^d, Fabián Alberto Déniz Quintana ^b, Luis Casañas Salgado ^a, Antonio Casañas González ^c, Alejandro Ramos Martín ^b.

^a Instituto Universitario de Sistemas Inteligentes y Aplicaciones Numéricas en Ingeniería, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España

^b Grupo de Innovación Educativa en Ingenierías Química y de Sistemas y Automática, Dpto. de Ingeniería de Procesos, ULPGC, Edificio Departamental de Ingenierías, Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria.

^c Instituto Universitario de Estudios Ambientales y Recursos Naturales, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, España

^d Departamento de Ingeniería de Procesos, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35017 Campus Universitario de Tafira, España.

RESUMEN

En las titulaciones de ingeniería y ciencias básicas, los procesos de enseñanza-aprendizaje demandan la realización de prácticas de laboratorio que promuevan el desarrollo de competencias técnicas y habilidades interpretativas orientadas a la comprensión de procesos y fenómenos observables. Este trabajo presenta el diseño de una práctica de laboratorio, orientada a la enseñanza de los principios de la energía térmica aplicados a la ingeniería de procesos. Para ello se utiliza una celda termoelectrica Peltier controlada mediante plataforma Arduino. La propuesta surge como una estrategia didáctica, basada en un equipo de laboratorio de bajo coste, para fortalecer la comprensión experimental de la transferencia de calor y el control automatizado de sistemas.

Este recurso didáctico implementa un control térmico por histéresis en lazo cerrado, regulando la temperatura superficial de la celda en función de la temperatura ambiente. La instrumentación incluye sensores de temperatura ambiental, un termistor NTC para medición de temperatura superficial y una interfaz gráfica desarrollada en Processing para la visualización de variables experimentales.

El dispositivo planteado constituye una plataforma educativa que integra conceptos de termodinámica, control de procesos e instrumentación electrónica, fomentando el aprendizaje activo, la experimentación autónoma y la replicabilidad para otros entornos académicos, enfatizando el uso de herramientas TIC como eje central de una formación científica innovadora y accesible.

Palabras clave: herramientas TIC, celda Peltier, Arduino, histéresis, instrumentación, laboratorio.

1. INTRODUCCIÓN

La caracterización experimental de dispositivos termoelectricos requiere de sistemas de control térmico capaces de mantener condiciones estables y reproducibles, considerando principios de termodinámica aplicada [1]. En el ámbito de la investigación, estos sistemas permiten estudiar fenómenos de transferencia de calor y eficiencia termoelectrica. Por su parte, en la enseñanza de la química y disciplinas afines, la regulación de temperatura resulta relevante en estudios de cinética química, cristalización y almacenamiento de muestras. Sin embargo, los equipos de control y refrigeración empleados en laboratorios especializados suelen ser costosos y de difícil acceso. En este contexto, las celdas Peltier se presentan como una alternativa accesible, además de permitir generar superficies controladas térmicamente, adecuadas para experimentación educativa.

Desde una perspectiva educativa, esta práctica responde a la necesidad de incorporar experiencias experimentales accesibles que favorezcan el aprendizaje activo y el desarrollo de competencias tecnológicas aplicadas a la ciencia. La experiencia permite que los estudiantes trabajen con instrumentación real, analicen datos, desarrollen habilidades en microcontroladores y comprendan fenómenos térmicos mediante exploración práctica. En entornos donde el acceso

a equipos sofisticados es limitado, este dispositivo se presenta como una herramienta basada en software de código abierto que democratiza y favorece la experimentación con control automático y energía térmica, alineándose con los principios de aprendizaje basado en proyectos y enfoque constructivista.

Este trabajo integra el uso de herramientas TIC para favorecer el aprendizaje de energía térmica e instrumentación [2], centrado en la implementación de un sistema de control por histéresis aplicado a una celda Peltier, mediante la medición de temperaturas, control de potencia y visualización en tiempo real a través de Processing. La propuesta busca integrar conceptos de fundamentos termoeléctricos, transferencia de calor, variables ambientales y control térmico, fomentando un enfoque interdisciplinario en la formación científica de los estudiantes.

En este artículo se propone la implementación de un sistema de regulación de temperatura por histéresis en lazo cerrado, una metodología práctica que mantiene la estabilidad térmica bajo distintas condiciones y permite explorar conceptos de automatización e instrumentación mediante herramientas digitales y tecnologías educativas.

Los objetivos principales de este proyecto son:

- Desarrollar estrategias de aprendizaje significativo apoyadas en el uso de herramientas TIC aplicadas a la ingeniería.
- Fomentar el aprendizaje autónomo basado en la experimentación y fortalecer competencias en instrumentación, adquisición y visualización de datos, programación y análisis térmico.
- Desarrollar la capacidad para resolver problemas con iniciativa, creatividad y toma de decisiones fundamentadas.
- Fomentar habilidades técnicas que incluyan el manejo de equipos y herramientas especializadas, la ejecución de experimentos, la recolección de datos y la interpretación de resultados.

El desarrollo de este proyecto se orienta específicamente a su implementación en el contexto de las prácticas de laboratorio, un espacio formativo idóneo para quienes se interesan por la investigación científica, ya que ofrece la oportunidad de realizar experimentos controlados, recopilar y analizar datos, ensayar nuevas hipótesis y contribuir al avance del conocimiento en su disciplina.

2. MARCO TEÓRICO

El marco teórico de este trabajo se fundamenta en el estudio de los fenómenos de transferencia de calor. Para ello se utiliza una celda Peltier como sistema termoeléctrico que permite comprender, de forma práctica, la relación entre la energía eléctrica y la energía térmica. El efecto Peltier ocurre cuando una corriente eléctrica pasa a través de la unión de dos materiales conductores distintos, lo que provoca la absorción o liberación de calor [3]. La Figura 1 muestra en esquema el funcionamiento del sistema, donde se aprecia la aparición de una diferencia de temperatura ($T_f \rightarrow T_c$) al paso de la corriente eléctrica. La cantidad de calor generado o absorbido está relacionada con la intensidad de la corriente aplicada, tal como se define en la siguiente ecuación:

$$q = \pi_{12} \cdot I \quad (1)$$

donde π es el coeficiente de Peltier. Este coeficiente puede ser positivo o negativo dependiendo de la relación entre el material 1 y el material 2. Si π_{12} es positivo, el material 1 es termoeléctricamente positivo con respecto al material 2.

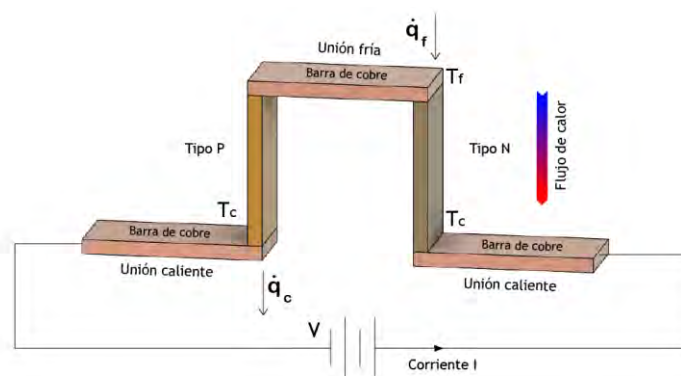


Figura 1. Diagrama del efecto Peltier.

Este efecto describe la absorción o liberación de calor en la unión de dos materiales conductores distintos cuando una corriente eléctrica atraviesa dicha unión [4]. El Efecto Peltier permite un transporte dirigido de calor, dependiendo del sentido de la corriente eléctrica. Así, una de las uniones se enfría mientras la otra se calienta. Al invertir la dirección de la corriente, también se invierte el flujo de calor, lo que permite utilizar el efecto tanto para refrigeración como para calefacción localizada. La eficiencia de este fenómeno depende de π_{12} , además de las propiedades termoeléctricas del sistema, como la conductividad eléctrica y térmica [5]. Por ello, en aplicaciones prácticas se optimizan estos parámetros para maximizar el rendimiento del dispositivo.

El coeficiente de Peltier (π) y el de Seebeck (s) están ligados por la relación ($\pi = s \cdot T$), válida en equilibrio termodinámico. Esta expresión indica que el calor transportado por unidad de carga (efecto Peltier) está directamente relacionado con la tensión generada por un gradiente térmico (efecto Seebeck) a una temperatura (T). La generación de voltaje se produce al establecer una diferencia de temperatura entre dos extremos del sistema: un foco caliente, donde se suministra calor, y un foco frío, que actúa como disipador térmico. La magnitud del voltaje generado depende del gradiente térmico entre ambos focos, y de las propiedades termoeléctricas de los materiales utilizados. Por ello, la selección adecuada de dichos materiales es crucial para maximizar la eficiencia del sistema.

2.1 Implementación de sistemas de control térmico

Un sistema de medición está compuesto por varios elementos que permiten obtener información precisa sobre una variable física. El primer elemento es el sensor primario, encargado de detectar la variable y generar una señal proporcional a ella, como un termopar o un extensómetro. Cuando la señal del sensor no es directamente utilizable, un elemento de conversión transforma esta señal a una forma más adecuada, por ejemplo, convertir un cambio de resistencia en un voltaje medible; en algunos casos, el sensor y el convertidor se integran formando un transductor.

Para mejorar la calidad y utilidad de la señal, el sistema puede incluir un procesamiento de señal, que puede consistir en amplificadores, filtros o elementos que reducen el ruido y aumentan la resolución [6]. Luego, si la medición debe ser observada o utilizada a distancia, un módulo de transmisión de señal se encarga de enviar la información. Finalmente, la presentación o registro de la señal es donde se visualiza o almacena la información, además de integrar la señal al sistema de control automático.

A pesar de que los módulos termoeléctricos presentan ventajas como ausencia de partes móviles, operación silenciosa y reversibilidad térmica, su eficiencia energética suele ser limitada, reflejada en un bajo Coeficiente de Operación (COP) —del inglés, *Coefficient of Performance*—. Esto se debe a que requieren un alto consumo eléctrico para mover cantidades relativamente pequeñas de calor. No obstante, su exactitud, compacidad y facilidad de integración electrónica los hacen adecuados para aplicaciones de control térmico local o en sistemas inteligentes.

2.2 Control en lazo cerrado (retroalimentado)

Un sistema que mantiene una relación determinada entre la salida y la entrada de referencia, comparándolas y utilizando la diferencia como señal de control, se conoce como sistema de control en lazo cerrado o control realimentado. La señal de error, obtenida al restar la señal de retroalimentación (derivada de la salida) de la señal de entrada, se utiliza para ajustar continuamente el comportamiento del sistema, reduciendo dicha diferencia [7]. Esta configuración permite una mayor exactitud frente a perturbaciones externas o variaciones en los parámetros del sistema, lo que la convierte en una técnica ampliamente usada en aplicaciones de control automático.

Respecto a las tendencias educativas y tecnológicas actuales, diversos estudios han explorado la implementación de control térmico con módulos Peltier, destacando la importancia de sistemas en lazo cerrado para la estabilidad y exactitud de la temperatura. En el estudio “*Optimizing Energy Efficiency in a Peltier-Module-Based Cooling Microunit*” [8] se aborda el control de temperatura en módulos Peltier mediante lazo cerrado, optimizando eficiencia y estabilidad térmica, lo que resulta útil para aplicaciones que buscan condiciones térmicas constantes. Asimismo, el estudio “*Peltier-based temperature regulation: A method for performance optimization in solid-state lasers*” [9] analiza la regulación de temperatura mediante celdas de Peltier mediante lazo cerrado para estabilizar el control térmico de sistemas y mejorar su desempeño. Por su parte, en el artículo “*Experimental Investigation of the Effect of Two-Stage Peltier Application on the Temperature of a Microprocessor*” [10] se evidencia la importancia de aplicar módulos Peltier en etapas de control térmico para mantener temperaturas estables.

Considerando formas más precisas de control térmico, el artículo “*Thermal Testing and System Reliability: Transferring Thermal Interactions by Heat Conduction through a Peltier-Based Thermal Coupling System*” [11] presenta un sistema Peltier con control PI en lazo cerrado, centrado en la transferencia térmica precisa entre subsistemas. Respecto a otras formas de modulación, el artículo “*Cooling Performance of Thermoelectric Cooler Modules: Experimental and Numerical Methods*” [12] explora estrategias de modulación de pulso para reducir variaciones de temperatura en módulos termoelectricos, evidenciando cómo la implementación de un control más avanzado contribuye a la exactitud y estabilidad requerida en este tipo de aplicaciones. Aunque gran parte de la literatura se centra en optimización y aplicaciones industriales, existe una oportunidad relevante para trasladar estos conceptos al aula mediante dispositivos accesibles que permitan el aprendizaje activo de control de procesos y transferencia de calor. Esta práctica didáctica se inserta en este marco, facilitando la conexión entre teoría y aplicación.

3. METODOLOGÍA

El diseño y construcción de dispositivos en entornos de laboratorio constituye una metodología de aprendizaje altamente efectiva, ya que promueve la participación activa del estudiantado en su propio proceso formativo. A través de esta práctica, los estudiantes aplican los conocimientos teóricos adquiridos en clase, contribuyendo al desarrollo de competencias técnicas y de resolución de problemas en contextos reales. La elaboración de dispositivos fomenta la experimentación, el trabajo colaborativo y la toma de decisiones fundamentadas, al tiempo que estimula la curiosidad científica y la autonomía. Además, esta metodología favorece un aprendizaje significativo, al permitir que los conceptos abstractos se materialicen en prototipos tangibles, fortaleciendo así la comprensión profunda de los principios científicos y tecnológicos que sustentan su funcionamiento.

3.1 Diseño del dispositivo

Desde el punto de vista formativo, el diseño del dispositivo se concibe como un entorno de aprendizaje práctico en el que el estudiante realiza tareas de integración de hardware y programación como paso previo para el análisis de los fenómenos térmicos. El sistema desarrollado, que permite el control térmico por histéresis, se basa en la adquisición y procesamiento de datos de temperatura ambiente vs temperatura superficial de la celda Peltier, gestionados mediante un microcontrolador Arduino. La Figura 2 presenta un esquema de funcionamiento del dispositivo propuesto.

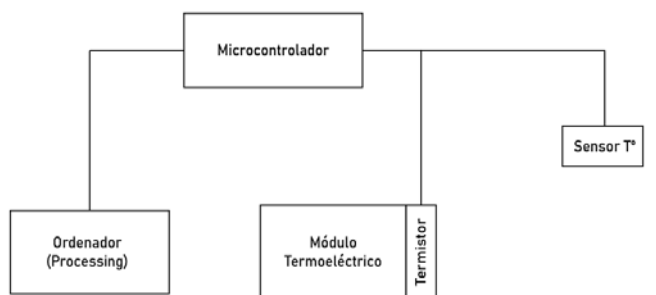


Figura 2. Esquema de funcionamiento del dispositivo.

La temperatura ambiental se mide utilizando un sensor DHT11, que proporciona información digital sobre la temperatura y humedad relativa del entorno. Por su parte, la temperatura superficial de la celda se mide mediante un termistor colocado directamente sobre la superficie fría del módulo Peltier. Este sensor resistivo presenta una variación no lineal de su resistencia con la temperatura, lo que permite obtener mediciones precisas dentro de un rango determinado. Mediante el uso de la ecuación Beta (β) [13] se puede relacionar la resistencia del termistor con la temperatura absoluta. Para ello, a partir de los datos experimentales obtenidos entre 10 °C y 40 °C, se ajusta la respuesta mediante un polinomio de cuarto grado, obteniendo la siguiente función:

$$y = 0,0043x^4 - 1,3018x^3 + 11,125x^2 - 52,184x + 106,09 \quad (2)$$

donde y representa la temperatura (°C) y x la resistencia del termistor (kΩ). La Figura 3 muestra la curva de ajuste obtenida, evidenciando la relación no lineal característica entre la temperatura y la respuesta resistiva del sensor.

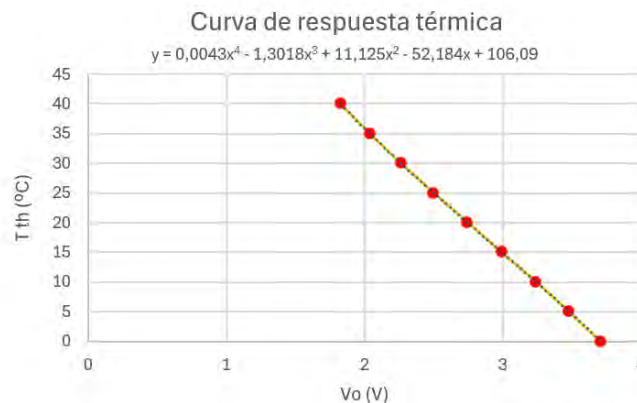


Figura 3. Curva de ajuste polinómico del termistor en el rango de 10 °C a 40 °C.

Para convertir esta variación resistiva en una señal de voltaje adecuada para su lectura por el sistema de adquisición, el termistor se integra en un divisor de tensión, circuito que permite obtener una fracción controlada del voltaje de alimentación.

El voltaje de salida del divisor, V_{out} , se determina mediante la siguiente expresión:

$$V_{out} = V_{cc} \cdot R_2 / (R_1 + R_2) \quad (3)$$

Donde:

- R_1 y R_2 son las resistencias en serie,
- V_{cc} es el voltaje de entrada,
- V_{out} es el voltaje de salida, midiendo entre R_1 y R_2 .

Así, las variaciones de temperatura se traducen en cambios de V_{out} , permitiendo obtener una relación directa entre la temperatura superficial y la señal eléctrica medida, fundamental para el control térmico del sistema.

Por su parte, Arduino procesa las señales de ambos sensores y ejecuta un algoritmo de control [14] por histéresis, encargado de regular la temperatura de la celda. El sistema establece una consigna de temperatura objetivo que corresponde a un valor inferior a la temperatura ambiente medida, por ejemplo, dos grados Celsius menos, con el fin de inducir un gradiente térmico en el módulo Peltier. Cuando la temperatura medida supera el umbral superior, definido por la banda de histéresis, el sistema activa un relé que alimenta el módulo Peltier, iniciando el enfriamiento. Una vez que la temperatura desciende por debajo del límite inferior, el relé se desactiva, deteniendo el flujo de corriente. Este comportamiento cíclico garantiza una regulación térmica estable y controlada, como se aprecia en la Figura 4.

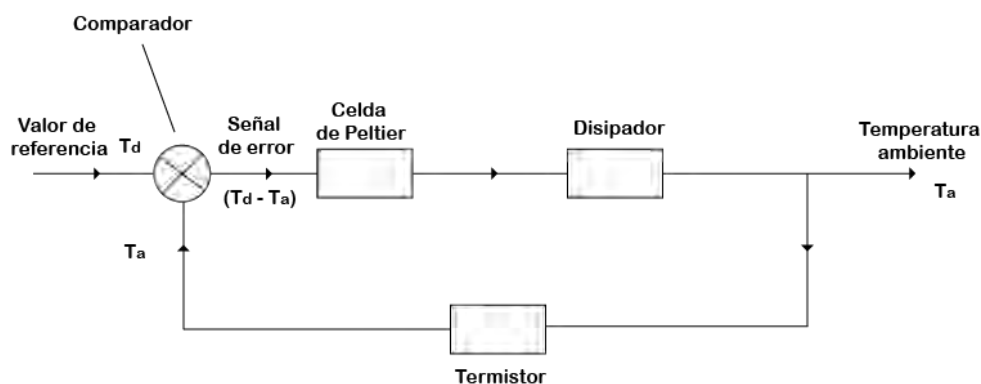


Figura 4. Esquema del control en lazo cerrado.

El relé actúa como un interruptor electrónico que regula el flujo de energía eléctrica hacia la celda, encendiendo y apagando el enfriamiento conforme a la lógica del control por histéresis. Esto evita oscilaciones abruptas y estabiliza la temperatura en torno al punto de consigna. La configuración experimental y el control implementado mediante histéresis permiten mantener un ambiente térmico estable y reproducible, asegurando al mismo tiempo la posibilidad de explorar de forma práctica los principios de regulación de temperatura y automatización.

El flujo de operación del sistema se desarrolla en varias etapas secuenciales. En primer lugar, se realiza la medición de la temperatura ambiente mediante el sensor DHT11, y de la superficie de la celda Peltier mediante un termistor, proporcionando los datos iniciales necesarios para el control térmico. Luego de obtener los datos, se calcula la consigna térmica, que establece el valor de temperatura objetivo que el sistema debe mantener. El controlador compara esta consigna con las mediciones actuales y aplica la técnica de histéresis, regulando el encendido o apagado de la celda Peltier para mantener la temperatura dentro de los límites deseados.

El sistema está compuesto por dos programas: uno que se ejecuta en el microcontrolador y otro que opera en una computadora. Por una parte, Arduino se encarga de controlar el hardware, mientras que la computadora se encarga de proporcionar la interfaz gráfica, el monitoreo y el almacenamiento de datos.

Para facilitar la interacción del estudiantado con el sistema, se ha desarrollado un módulo de monitorización utilizando Processing, que visualiza en tiempo real las temperaturas ambientales, la temperatura superficial de la celda y la señal de control aplicada, lo que permite un seguimiento inmediato del comportamiento del experimento.

Esta implementación ofrece un entorno de programación visual y flexible que permite la representación gráfica de datos en tiempo real. Permite a los estudiantes la posibilidad de observar, analizar y manipular los parámetros del dispositivo mientras se lleva a cabo la práctica, favoreciendo la comprensión de los fenómenos experimentales y el desarrollo de habilidades en programación y visualización de datos. El uso de Processing refuerza el aprendizaje activo y experimental, además de proporcionar un entorno seguro y accesible para experimentar con la instrumentación y los sistemas de control, potenciando la autonomía y la creatividad del alumnado. La Figura 5 muestra una captura de pantalla de la interfaz desarrollada durante el desarrollo de un experimento.



Figura 5. Interfaz gráfica desarrollada en Processing.

3.2 Componentes del dispositivo.

El equipo dispone de una celda termoelectrónica Peltier como elemento principal. Al paso de una corriente continua, es la encargada de generar el gradiente térmico necesario para el desarrollo del experimento. Para garantizar su estabilidad térmica, se acopla a un disipador de aluminio y un ventilador, que favorecen la disipación del calor. La medición

de temperatura en la celda se realiza mediante un termistor NTC colocado sobre la superficie fría, mientras que un sensor DHT11 registra los valores de la temperatura ambiente. El sistema es gestionado por un microcontrolador Arduino, encargado de procesar los datos y ejecutar el control por histéresis. La energía eléctrica es suministrada por una fuente de alimentación de 12V/6A. Elementos como la pasta térmica, resistencias, cables jumper y la estructura impresa en 3D completan el montaje. La Figura 6 muestra el primer prototipo desarrollado con todos los elementos que lo componen y su esquema de conexión detallado.

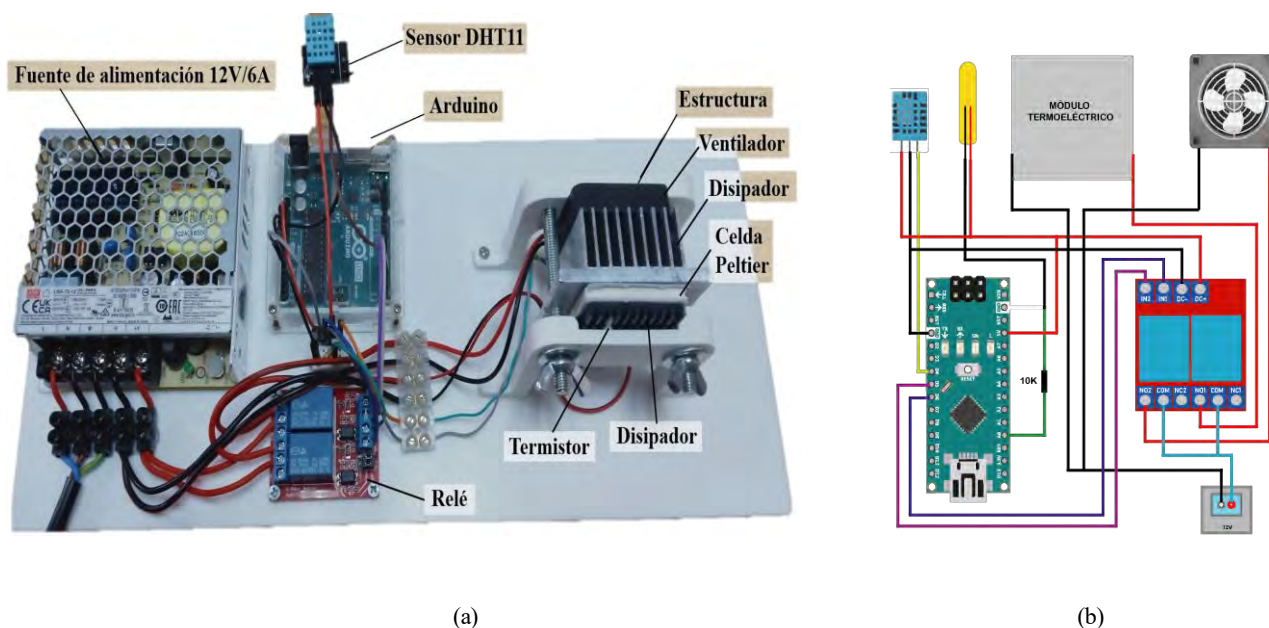


Figura 6. Prototipo del sistema termoelectrico desarrollado. a) Componentes principales. b) Esquema de conexiones.

A continuación, la Tabla 1 presenta el listado de componentes necesarios para replicar el dispositivo. Se ha incluido una columna con los importes asumidos durante la fase de desarrollo. En base a esta información, se puede comprobar que se trata de un dispositivo de bajo coste y con una dificultad de reproducción perfectamente asumible incluso para niveles de estudio no universitarios.

Tabla 1. Listado de componentes que conforman el dispositivo.

Descripción	Cantidad	Función	Importe
Celda de Peltier 40x40x3.3mm	1	Generación de gradiente térmico	21,85 €
Termistor	1	Medir temperatura superficial	1,74 €
Microcontrolador (Arduino)	1	Ejecución y control de componentes	19,95 €
Disipador aluminio	2	Disipar calor de la celda	4,50 €
Ventilador	1	Favorecer disipación de calor	4,52 €
Pasta térmica	1	Favorecer transmisión de calor uniones	3,95 €
Fuente de alimentación 12V 6A	1	Suministro de energía	12,91 €
Sensor DHT11	1	Medir temperatura ambiental	4,20 €
Resistencia 10K	1	Utilizada en el divisor de tensión	0,35 €
Cables tipo Jumper	15	Conexionado	1,40 €
Estructura	2	Impresión 3D	12,96 €
Tornillos 6M/ y arandelas	2	Tornillos para sujeción	1,20 €
Total:			89,53€

4. RESULTADOS

El sistema fue evaluado inicialmente utilizando un margen amplio de histéresis, con el objetivo de analizar su desempeño bajo mayor tolerancia y observar cómo respondía ante variaciones significativas en la temperatura. Durante el primer ensayo, cuyos resultados pueden apreciarse en la Figura 7, la celda Peltier mantuvo la temperatura dentro del rango de $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$ establecido, mostrando oscilaciones de mayor amplitud que reflejan la libertad del sistema para ajustarse a cambios sin comprometer la estabilidad general, aunque sin mayor exactitud que bajo otros sistemas de control. Posteriormente, se realizaron pruebas con un margen de histéresis de $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$ para evaluar la exactitud del sistema y su capacidad para mantener la temperatura con menor tolerancia.

La comparación entre ambos márgenes permite observar cómo la amplitud de las oscilaciones disminuye al reducir el margen de histéresis, mientras que un margen amplio favorece una operación más flexible, pero con mayor variabilidad temporal. Estos resultados muestran que el sistema es capaz de adaptarse a distintos criterios de control, ofreciendo una herramienta didáctica para ilustrar cómo la configuración de histéresis afecta la dinámica de la temperatura. La evaluación con márgenes distintos permite a los estudiantes comprender de manera práctica los compromisos entre estabilidad, exactitud y amplitud de respuesta, fomentando la enseñanza de conceptos de control automático y la interpretación de la dinámica de sistemas físicos bajo diferentes condiciones operativas. Para el alumnado, esta diferencia operacional constituye un recurso didáctico clave para comprender cómo la configuración del controlador influye en el desempeño del sistema, fortaleciendo la capacidad analítica y la interpretación de señales térmicas en contextos reales.

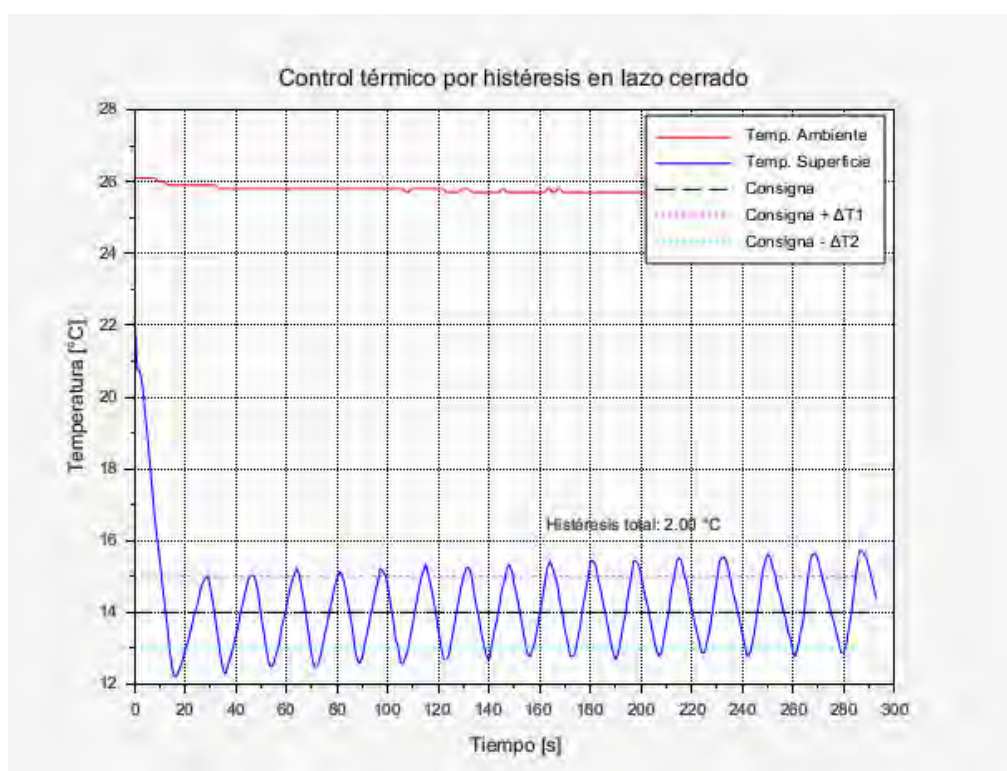


Figura 7. Curva de temperatura con histéresis de $\pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, mostrando la estabilidad del sistema con margen amplio.

Reduciendo el margen de histéresis a $\pm 0.5\text{ }^{\circ}\text{C}$, el control térmico mostró una respuesta precisa y estable, demostrando la eficacia del control térmico en la gestión de gradientes de calor [15]. La celda Peltier mantuvo la temperatura superficial dentro de los límites de $\Delta T1$ y $\Delta T2$, con oscilaciones mínimas y una regulación altamente controlada. La gráfica representada en la Figura 8 ilustra la eficacia del sistema al operar con un rango estrecho, logrando un control preciso de la temperatura.

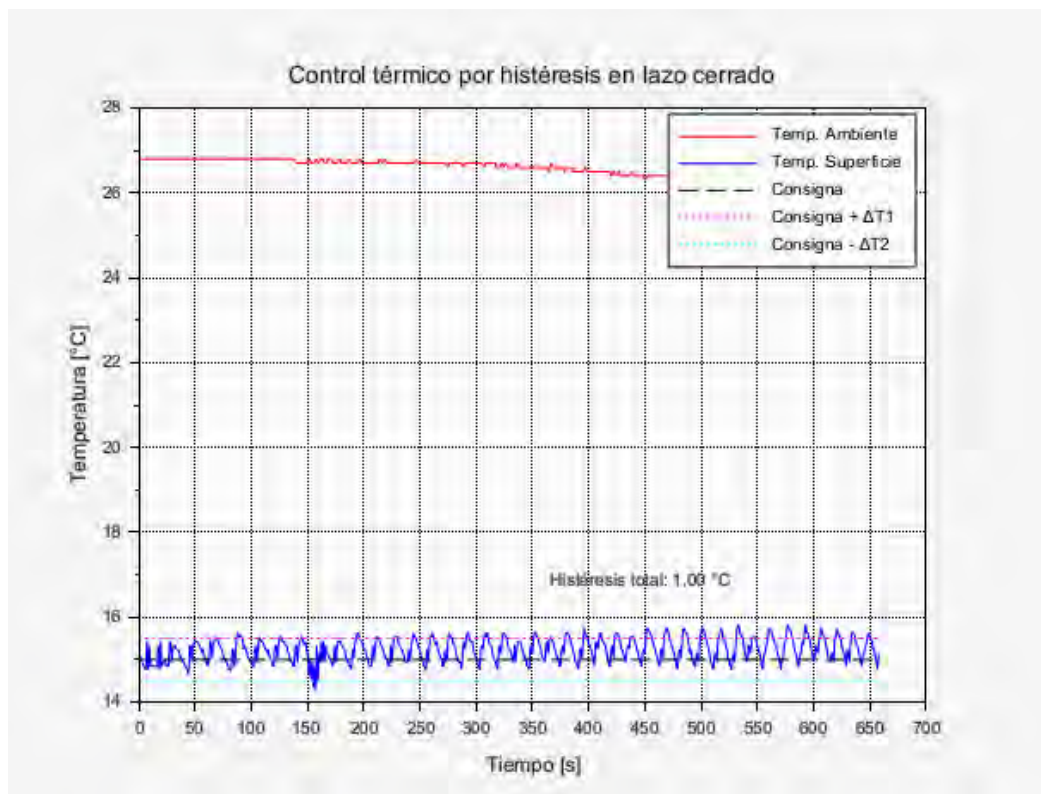


Figura 8. Curva de temperatura con histéresis de $\pm 0,5\text{ }^{\circ}\text{C}$, evidenciando la regulación precisa del sistema.

En conjunto, estos resultados confirman que la estrategia de histéresis implementada permite un control flexible del sistema térmico, adecuado tanto para márgenes amplios, cuando se requiere tolerancia mayor, como para márgenes estrechos, cuando se necesita alta exactitud, demostrando la versatilidad de la regulación aplicada.

5. CONCLUSIONES

La presente práctica de laboratorio permite a los estudiantes observar de manera directa la conversión termoeléctrica mediante el efecto Peltier. Esto facilita la comprensión de cómo la aplicación de corriente genera diferencias de temperatura en materiales termoeléctricos, integrando componentes físicos y entornos digitales para enriquecer la experiencia de aprendizaje. A través de su desarrollo, los alumnos pueden analizar la respuesta del sistema en lazo cerrado, lo que permite incorporar conceptos de control automático y la interpretación de la dinámica de los sistemas físicos bajo distintas condiciones operativas. El modelo puede adaptarse al control de otras variables, como humedad o flujo, y su diseño en CAD 3D en formato STL permite su impresión y replicación en distintos entornos educativos. Durante el desarrollo, el uso de Arduino y Processing facilitó la comunicación entre sensores, actuadores e interfaz gráfica, fortaleciendo competencias en adquisición de datos, control y visualización en tiempo real. Su enfoque interdisciplinario favorece la comprensión aplicada del control térmico, la transferencia de calor y la medición de variables físicas, por lo que se recomienda su implementación en cursos de química, ingeniería térmica e instrumentación.

El uso de plataformas como Arduino y Processing permite abordar contenidos de electrónica, programación y visualización de datos, reforzando la comprensión de los principios científicos subyacentes. Mediante el uso de Scilab, es posible visualizar y analizar las gráficas obtenidas, favoreciendo la interpretación de los resultados experimentales. Este enfoque educativo promueve la integración de competencias tecnológicas que incentivan el uso de hardware libre como recurso para la enseñanza experimental.

A nivel formativo, el uso del equipo permite evaluar competencias técnicas y transversales, como la interpretación experimental, el trabajo autónomo, el manejo de instrumentos, y la toma de decisiones basada en datos. Asimismo, promueve habilidades digitales vinculadas al uso de microcontroladores y software científico, en línea con las áreas temáticas del congreso: recursos didácticos, herramientas TIC y tecnologías para el aprendizaje. Cabe destacar que el presente trabajo describe una propuesta de práctica de laboratorio orientada a la enseñanza de control térmico mediante histéresis con celdas Peltier. Dado que se trata de un diseño metodológico y didáctico, aún no se han realizado implementaciones con estudiantes ni evaluaciones empíricas del impacto educativo. La evidencia sobre la efectividad del método en entornos académicos se planteará en futuras fases del proyecto, cuando la práctica sea incorporada en cursos y se recopilen datos de desempeño, aprendizaje y percepción de los estudiantes. Aunque la propuesta enfatiza la replicabilidad del diseño, hasta ahora no se han realizado pruebas sistemáticas en múltiples prototipos ni bajo distintas condiciones ambientales de laboratorio. La verificación de consistencia y reproducibilidad será abordada cuando se implementen varios dispositivos y se evalúe su desempeño en entornos académicos diversos.

Esta práctica de laboratorio se plantea como una alternativa educativa de bajo costo y alta replicabilidad frente a sistemas comerciales o académicos existentes, su diseño modular, accesibilidad de componentes y facilidad de replicación en entornos educativos lo diferencian de soluciones más costosas o de difícil acceso, ofreciendo una opción viable para la enseñanza práctica de control térmico y experimentación con histéresis.

El control implementado mediante histéresis ofrece simplicidad y bajo costo, pero presenta limitaciones frente a algoritmos más precisos como el proporcional (P), integral (I), proporcional-integral (PI), proporcional-derivativo (PD) y el proporcional-integral-derivativo (PID). Entre ellas se incluyen ciclos de trabajo más amplios, oscilaciones periódicas en la temperatura y posible desgaste prematuro del relé debido a la conmutación frecuente. Estas restricciones se reconocen como factores a considerar en futuras implementaciones, y podrían mitigarse mediante estrategias híbridas o el uso de controladores PID para lograr mayor exactitud y menor desgaste de los componentes, las que se consideran como futuras aplicaciones prácticas para aumentar gradualmente la complejidad de estas.

El dispositivo permite reproducir fenómenos térmicos, al mismo tiempo que constituye una herramienta didáctica que facilita el aprendizaje activo y la formación en tecnologías digitales aplicadas a la ingeniería.

Se sugiere continuar con la validación experimental del equipo en entornos académicos diversos y documentar su desempeño didáctico mediante estudios comparativos. Esto permitirá optimizar su diseño, ampliar su aplicabilidad y fortalecer su incorporación en programas educativos orientados al aprendizaje activo y al desarrollo de habilidades tecnocientíficas.

Para acceder al código de Arduino, Processing, Scilab y a los archivos STL del modelo, el repositorio público está disponible en GitHub [16].

AGRADECIMENTOS

Al Vicerrectorado del Profesorado Ordenación Académica e Innovación Educativa de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria por la iniciativa de su programa conjunto de Convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa que nos ha dado la oportunidad de acceder a financiación en parte por los fondos europeos Next Generation EU (NGEU) bajo el “Real Decreto 641/2021, de 27 de julio, por el que se regula la concesión directa de subvenciones a universidades públicas españolas para la modernización y digitalización del sistema universitario español en el marco del plan de recuperación, transformación y resiliencia (UNIDIGITAL) - Proyectos de Innovación Educativa para la Formación Interdisciplinar (PIEFI), Línea 3: *Contenidos y programas de formación*. Asimismo, se integra en la continuidad de los proyectos de innovación docente de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria que se han ido presentado desde 2022 hasta la fecha:

- “Laboratorios como entornos de trabajo para el aprendizaje activo y colaborativo mediante el diseño, desarrollo, construcción, utilización y rediseño de equipos y dispositivos para su aplicación en las prácticas” (PIE 2022-60)
- “Aplicación de técnicas de aprendizaje activo y colaborativo en laboratorios como entornos de trabajo. Diseño, desarrollo y adaptación de equipos para su aplicación en sesiones de prácticas” (PIE 2023-60).
- “Mejora del aprendizaje colaborativo en entornos de laboratorio mediante el uso de gemelo digital (Unilab)”. (PIE-INT-2024-29).

y que continúa en el proyecto “Mejora del Aprendizaje colaborativo en entornos de laboratorio mediante la integración de simulación e Inteligencia Artificial (SIMULAB-IA)” (PIE-INT-2025-07).

REFERENCIAS

- [1] Morán, J. M., Michael, H., *Fundamentals of Engineering Thermodynamics*, vol. 1, Wiley, Hoboken, NJ, USA, 7th edition (2010).
- [2] J. Martín, V. Ávila, F. Deniz, J. J. Quintana, and A. Ramos, “Diseño experimental de bajo coste para aprender parámetros energéticos de supercondensadores”, en: *III Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC (InnoEducaTIC 2016)*, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, pp. 11–18 (2016).
- [3] Yang, L.-T., “Thermal Management of Microelectronic Equipment: Heat Transfer Theory, Analysis Methods, and Design Practice’s”, volume 1, *American Society of Mechanical Engineers*, 2nd edition (2016).
- [4] Sandoval, A., Espinosa, E., Barahona, J., “Celdas Peltier: una alternativa para sistemas de enfriamiento con base en semiconductor” en: *11º Foro Estatal de Investigación Científica y Tecnológica*, pp. 158–161 (2008).
- [5] Holman, J. P., *Transferencia de Calor*, vol. 1, McGraw-Hill, 9th edition (2010).
- [6] Morris, A. S., Langari, R., *Measurement and Instrumentation: Theory and Application*, Academic Press, San Diego, CA, USA, 3rd edition (2020).
- [7] Ogata, K., *Ingeniería de control moderna*, Pearson Educación, S.A., Madrid, España, 5th edition (2010).
- [8] Lis, A., et al., “Optimizing Energy Efficiency in a Peltier-Module-Based Cooling Microunit through Selected Control Algorithms,” *Energies*, 17(20), 5031 (2024), DOI: 10.3390/en17205031.
- [9] Anonymous, “Thermal Testing and System Reliability: Transferring Thermal Interactions by Heat Conduction through a Peltier-Based Thermal Coupling System,” *Energies*, 17(5), 1127 (2024), DOI: 10.3390/en17051127.
- [10] Montalvão, J., et al., “Peltier-based temperature regulation: A method for performance optimization in solid-state lasers,” *MethodsX*, 102873 (2024), DOI: 10.1016/j.mex.2024.102873.
- [11] Uysal, M., Çobaner, F., “Experimental Investigation of the Effect of Two-Stage Peltier Application on the Temperature of a Microprocessor,” *SAUCIS*, 56 (2024), DOI: 10.35377/saucis.1546785.
- [12] Kahraman, H., Derebaşı, T., “Cooling Performance of Thermoelectric Cooler Modules: Experimental and Numerical Methods,” *ISIBTED*, 1194999 (2022), DOI: 10.47480/isibted.1194999.
- [13] Solutions, Q. S. An Explanation of the Beta and Steinhart–Hart Equations for NTC Thermistors; Technical Paper, (2017)
- [14] Marwedel, P., “Embedded System Design,” en: *Embedded Systems Foundations of Cyber-Physical Systems and the Internet of Things*, ch. 3, Springer, 4th edition (2021).
- [15] Rodriguez, J.; McCarthy, M., “Thermistor-Based Temperature Sensing System—Part 1: Design Challenges and Circuit Configuration,” *Analog Dialogue*, 56, 2022. Último acceso: 2025/10/29.
- [16] practicaslaboratorio, “Histéresis – Control térmico con celda Peltier (código Arduino, Processing, Scilab y archivos STL),” GitHub repository, Disponible en: <https://github.com/practicaslaboratorio/histeresis> Último acceso: 2025/10/31.

Evaluación de formatos de presentación: de la exposición académica al video divulgativo

Antonio J, Morales-de la Nuez ^a[0000-0002-0184-2037], Lorenzo E, Hernández-Castellano ^a[0000-0003-2729-0434], Marta González-Cabrera ^a[0000-0002-9735-2162], Rubén Rosales Santana ^b[0000-0003-3706-0181], Anastasio Argüello ^a[0000-0002-4426-0678], Noemí Castro ^a[0000-0002-3026-2031]

^aIUSA-ONEHEALTH 4, Producción y Biotecnología Animal, Instituto de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Montaña Cardones, s/n, 35413 Arucas, España.

^bIUSA-ONEHEALTH 1, Epidemiología y Medicina Preventiva Veterinaria, Instituto de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Montaña Cardones, s/n, 35413 Arucas, España.

RESUMEN

El presente estudio evaluó el impacto del formato de presentación científica en el rendimiento del alumnado de la asignatura de Producción Animal (año académico 2024-2025, cuarto curso, séptimo semestre del Grado en Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). Un total de 51 estudiantes, organizados en 13 grupos (doce de cuatro personas y uno de tres), realizaron dos tareas evaluables: una exposición académica en inglés con diapositivas (primer parcial) y un video divulgativo vertical de menos de tres minutos (segundo parcial). Ambos formatos fueron calificados sobre 10 puntos, empleando los siguientes criterios: presentación física, presentación oral, dominio del contenido y respuesta a preguntas. Los análisis demostraron que la nota media en el video (9,69) fue superior a la de la exposición tradicional (9,22), con una diferencia significativa (valor $p = 0,0004$). Este resultado sugiere que la exigencia de sintetizar el contenido, adaptarlo a un público no experto y presentarlo de forma visual y concisa favorece el aprendizaje y la comunicación científica. Sin embargo, la mayor dispersión en las notas del video revela diferencias de desempeño entre grupos, lo que apunta a la necesidad de acompañamiento metodológico específico. En consecuencia, los videos divulgativos deben integrarse como complemento de las exposiciones académicas tradicionales para desarrollar conjuntamente el rigor científico y las capacidades comunicativas. En el futuro, aumentar el tamaño muestral, realizar evaluaciones múltiples, encuestas al alumnado y controlar variables como el dominio del inglés o la familiaridad con herramientas digitales podrían ayudar a generalizar los hallazgos y optimizar el diseño docente.

Palabras claves: comunicación científica, innovación docente, presentaciones académicas, producción animal, educación veterinaria, divulgación,

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza universitaria para el Grado en Veterinaria ha evolucionado desde currículos centrados, casi en exclusiva, en competencias clínicas y conocimiento técnico hacia perfiles profesionales que, además, dominen la comunicación en múltiples registros y con públicos diversos. En el área de Producción Animal, donde convergen intereses científicos, productivos, regulatorios y sociales, la capacidad para interpretar literatura científica, presentarla con rigor a pares y traducirla de forma comprensible a audiencias técnicas y también no expertas resulta estratégica para la toma de decisiones basadas en evidencias y para el diálogo ciencia-sociedad. Los estudios más recientes en educación en ciencias veterinarias destacan que la comunicación es una competencia esencial, exigida por agencias acreditadoras y cada vez mejor integrada en los planes de estudio como “Day One Competency” [1,2]. Por otra parte, diversas fuentes sobre resultados de entrenamiento en comunicación señalan que la formación estructurada mejora la autopercepción y el desempeño

comunicativo del estudiante, aunque aún existen zonas grises en cuanto a mejores prácticas de enseñanza y evaluación [2,3]. La formación universitaria empieza a incorporar este doble foco, científico y divulgativo, con prácticas curriculares que tratan de aumentar la confianza y preparación para interactuar con públicos no expertos [2,4].

La creación de presentaciones científicas y la creación de videos cortos con fines divulgativos pueden mejorar habilidades parcialmente solapadas, pero no idénticas: rigor en la estructura argumental, exactitud terminológica y lectura crítica en el primer caso; síntesis, adaptación al público general, narrativa y economía expresiva en el segundo [5,6]. La producción de videos puede promover la participación activa, la colaboración y la integración de contenidos, pero estos beneficios no son automáticos ya que dependen del alineamiento pedagógico, la claridad de objetivos y el diseño de la tarea y la evaluación [7]. Trasladado al contexto de Producción Animal, el reto comunicativo es doble. Por un lado, el estudiante debe ser capaz de revisar artículos científicos en inglés con fidelidad metodológica y precisión, mientras que, por otro, se le demanda traducir ese conocimiento a formatos y lenguajes compatibles con diversas audiencias sociales como ganaderos, técnicos, responsables políticos, consumidores y la ciudadanía en general. Este segundo registro exige competencias de comunicación de la ciencia, las cuales van más allá de simplificar, ya que requiere comprender el registro de cada audiencia, seleccionar mensajes clave, evitar tecnicismos innecesarios, usar analogías pertinentes y, en formatos de video vertical, optimizar la atención en ventanas temporales muy breves, típicas de ecosistemas móviles [8,9]. Además, el procesamiento dual de información verbal y visual puede favorecer la comprensión y retención con diseños adecuados [8]. En este sentido, se han documentado efectos positivos del video cuando se cuidan variables como la duración, la segmentación y el fomento de la actividad del estudiante [6,8]. Así, una revisión sistemática centrada en la educación sanitaria describió efectos de magnitud moderada a grande del aprendizaje basado en video sobre la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades [9].

El formato “clásico” es un estándar académico ampliamente utilizado, ya que entrena: la lectura crítica, la síntesis estructurada y el razonamiento oral apoyado en gráficos y tablas. Diversos estudios sobre entrenamiento de presentaciones orales en educación superior muestran que la práctica deliberada con retroalimentación de alta calidad se asocia con mejoras en la competencia y que, incluso intervenciones con tecnologías de apoyo (p.ej., entornos de práctica), pueden facilitar la adquisición de destrezas [10]. En el Grado en Veterinaria, la exposición oral de casos o artículos dentro de talleres de comunicación se ha vinculado a mayor autoconfianza y a una transición más segura a la vida profesional, si bien persisten lagunas sobre la mejor manera de evaluar la transferencia a situaciones auténticas [2].

El formato de video vertical divulgativo introduce requerimientos pedagógicos y técnicos específicos. Por su brevedad, obliga a realizar micro-decisiones de priorización y a diseñar guiones ajustados a una narrativa clara (gancho–mensaje–cierre). Por su orientación a audiencias no expertas, exige “traducción” conceptual rigurosa sin perder precisión ni incurrir en sesgos y, por su soporte visual, reclama aplicar principios de diseño multimedia (señalización, segmentación, redundancia controlada) para minimizar la carga extrínseca (la cual suele ser improductiva, como, videos con elementos auditivos y visuales distractores o información redundante) [8]. Los videos breves, bien segmentados y con objetivos definidos pueden mejorar la participación y, en ciertos contextos, el rendimiento [6,9]. Además, diversos estudios han mostrado que la generación de videos por parte de los estudiantes aumenta las habilidades de presentación y alfabetización digital, siempre que se provean criterios de calidad y apoyo metodológico [5,7].

Ahora bien, la literatura también invita a la cautela en la interpretación. Las revisiones sobre producción de video por parte del estudiante recalcan que, una alineación poco clara entre objetivos, criterios y apoyos, pueden diluir el potencial activo y colaborativo de la tarea, y no trasladarse a mejoras de aprendizaje [7]. También se sabe que la longitud, la segmentación y el diseño influyen en la atención y la carga cognitiva: videos demasiado largos o recargados resultan menos efectivos [6,8].

Desde la perspectiva de la evaluación, la literatura sugiere dos ideas relevantes para el diseño de estudios comparativos entre estos formatos. La primera es que las rúbricas analíticas con criterios explícitos mejoran la fiabilidad de las calificaciones en presentaciones orales y ayudan a orientar el trabajo estudiantil [10,11]. Y la segunda es que los distintos formatos ponen el acento en dimensiones parcialmente distintas de la competencia comunicativa. En presentaciones orales formales ante pares se valora la estructura científica, el uso de evidencia y la calidad del discurso; sin embargo, en videos divulgativos breves, se evalúa la pertinencia del mensaje para la audiencia, la claridad, la narrativa y la eficacia visual en poco tiempo [7,8]. Por ello, comparar el desempeño del mismo estudiantado en ambos formatos permite aproximarse

empíricamente a si el tipo de exposición actúa como factor modulador del rendimiento observable y, por extensión, qué fortalezas y áreas de mejora afloran con cada demanda comunicativa.

La pertinencia de esta comparación se justifica por varias razones. En primer lugar, responde a necesidades reales de empleabilidad y profesión, ya que el veterinario especializado en Producción Animal debe dialogar con equipos multidisciplinares, comunicar evidencia a responsables en la toma de decisiones y, con frecuencia, mediar con públicos no especialistas [1,2]. En segundo lugar, contribuye a consolidar la evaluación auténtica y diversificada, una recomendación común en currículos por competencias [9]. En tercer lugar, aporta información práctica para el diseño curricular. Si se detectan diferencias sistemáticas, los programas pueden ajustar los contenidos para reforzar ciertas competencias, como por ejemplo la narrativa de divulgación. Por último, refuerza la investigación educativa general en el contexto específico del Grado en Veterinaria, alineando la evidencia sobre videos educativos y presentaciones con las particularidades del grado.

Por lo anteriormente expuesto, el presente estudio tiene por objetivo comparar el desempeño del estudiantado entre una exposición científica académica y un video vertical divulgativo.

2. Material y métodos

2.1. Diseño del estudio

El presente trabajo se enmarca en un estudio descriptivo comparativo con medidas repetidas, orientado a analizar el efecto del tipo de formato de exposición (académico *versus* divulgativo) sobre la calificación obtenida por el alumnado. Este experimento se desarrolló dentro de un proyecto de innovación docente titulado “Uso de estrategias de divulgación científico/técnica como herramienta de mejora del aprendizaje”, implementado durante el primer semestre del año académico 2024–2025 en la asignatura Producción Animal integrada en el cuarto curso del Grado en Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Cada grupo de estudiantes realizó ambas actividades, manteniendo un intervalo temporal aproximado de ocho semanas entre una y otra.

2.2. Participantes

Participaron 51 estudiantes matriculados en la asignatura, distribuidos en 13 grupos: doce grupos de cuatro integrantes y un grupo de tres. Todos los grupos realizaron las dos actividades salvo uno, que únicamente elaboró el video divulgativo. La participación fue de carácter voluntario y evaluable, al formar parte de la calificación de la asignatura. Solo un grupo decidió no realizar la presentación tradicional, si bien mostró mucho interés por realizar el video divulgativo, por lo que se excluyó del análisis apareado.

2.3. Actividades desarrolladas, evaluación y recogida de datos

2.3.1 Exposición académica (presentación PowerPoint en inglés)

Durante el primer parcial, cada grupo seleccionó un artículo científico en inglés de un banco de publicaciones preseleccionadas por el profesorado, todas relacionadas con distintos aspectos de la producción animal (nutrición, bienestar, genética, sistemas de manejo, etc.). El grupo debía realizar una exposición oral en inglés con apoyo de diapositivas, presentada ante el resto de la clase y el profesorado evaluador.

La duración máxima de las exposiciones era de 10 minutos, seguidas de una breve sesión de preguntas. La evaluación se basó en cuatro criterios con igual ponderación (2,5 puntos cada uno):

- 1, calidad de la presentación física (claridad, diseño y estructura)
- 2, calidad de la presentación oral (fluidez y expresión)
- 3, dominio del tiempo (ajuste al límite establecido)
- 4, capacidad de respuesta a las preguntas planteadas

La puntuación total se expresaba sobre 10 puntos, siendo necesario alcanzar una nota mínima de 5 para superar la actividad.

2.3.2 Video divulgativo (formato vertical)

Durante el segundo parcial, cada grupo elaboró un video divulgativo de formato vertical y duración máxima de tres minutos, basado en un artículo científico diferente del mismo banco temático de Producción Animal. El objetivo era traducir el contenido científico a un lenguaje accesible para la sociedad, manteniendo el rigor técnico.

Los videos fueron realizados de manera autónoma por los estudiantes, sin pautas técnicas específicas sobre herramientas de edición o grabación, aunque se ofreció orientación general sobre estructura narrativa y adecuación al público general. La evaluación se efectuó con los siguientes criterios, ponderados de forma equivalente (2,5 puntos cada uno):

- 1, calidad de la presentación física (montaje, imagen y sonido)
- 2, capacidad de comunicación divulgativa (claridad del mensaje, creatividad y adaptación a público no experto)
- 3, dominio del tiempo (ajuste al límite establecido)
- 4, respuesta a preguntas planteadas a través del aula virtual de la asignatura

Al igual que en la exposición tradicional, la nota final se expresaba sobre 10 puntos, con 5 puntos como calificación mínima de aprobación.

Las calificaciones de ambas actividades fueron asignadas por una única profesora de la asignatura, responsable de la evaluación de todos los grupos, lo que garantizó la consistencia de los criterios.

2.4. Análisis estadístico

Para este análisis se utilizó el software Jamovi [12,13]. Se realizó un análisis descriptivo de las calificaciones mediante el cálculo de media, mediana, desviación estándar, valores mínimo y máximo para cada formato de exposición.

Se evaluó la distribución de las diferencias entre las dos notas mediante la prueba de Shapiro–Wilk, con el fin de comprobar la normalidad de los datos. Dado que los datos no siguieron una distribución normal (valor $p < 0,05$), se utilizó la prueba no paramétrica de Wilcoxon para muestras relacionadas, complementada con una prueba t para muestras apareadas a efectos comparativos. En ambos casos, se adoptó un nivel de significación de valor $p < 0,05$.

2.5. Consideraciones éticas

El estudio se desarrolló en el marco de un proyecto institucional de innovación docente aprobado por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, titulado “Uso de estrategias de divulgación científico/técnica como herramienta de mejora del aprendizaje”. El proyecto se desarrolló conforme a los principios éticos de la investigación educativa y de acuerdo con las políticas de protección de datos de la universidad. No se solicitó consentimiento informado individual, dado que las actividades formaban parte de la evaluación ordinaria de la asignatura, recogidas en el proyecto docente de la misma, y no implicaron la toma de datos personales sensibles. En todo momento se garantizó el anonimato de los participantes: las calificaciones se analizaron y presentaron de forma agregada, sin identificar a estudiantes ni grupos concretos.

3. Resultados

Se consideraron notas medias de grupo como unidad de análisis ($n = 12$ grupos con ambas tareas completas, 48 estudiantes). Las estadísticas descriptivas (Tabla 1 y Figura 1) muestran que en la exposición académica con diapositivas y en inglés la nota media fue de 9,22 (desviación estándar 0,33, rango: 8,6 – 9,7). Para el video divulgativo en formato vertical de menos de 3 minutos, la nota media fue de 9,71 con mayor dispersión (desviación estándar 0,81, rango: 7,5 – 10,0).

La prueba t pareada complementaria resultó también altamente significativa (valor $p < 0,001$), confirmando la diferencia en la media de los dos formatos. La prueba de Wilcoxon indica una diferencia significativa entre formatos (valor $p < 0,001$), lo que permite afirmar que con el video divulgativo, los estudiantes obtuvieron un mejor rendimiento académico en comparación con la presentación académica clásica,

Tabla 1. Estadística descriptiva de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en los dos formatos de exposición (presentación académica en inglés y video divulgativo).

	Presentación académica	Video divulgativo
Media	9,22	9,71
Mediana	9,10	10,0
Desviación estándar	0,332	0,813
Mínimo	8,60	7,50
Máximo	9,70	10,0
W de Shapiro-Wilk	0,929	0,376
Valor p de Shapiro-Wilk	0,005	< ,001

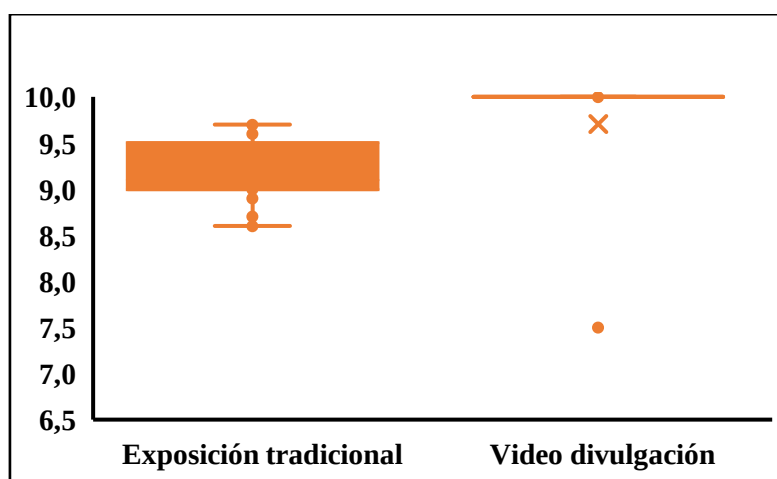


Figura 1. Representación gráfica de las medias con sus respectivas dispersiones de datos.

4. Discusión

El mayor rendimiento de los estudiantes cuando elaboraron un video divulgativo corto respecto a la presentación académica, sugiere que el formato de video favorece, al menos en este contexto docente, ciertos aspectos de la comunicación científica y la estructuración del mensaje. Una posible explicación es que la tarea del video obliga a los estudiantes a seleccionar información clave (priorizar los mensajes esenciales), a sintetizar en lenguaje no especializado, y a organizar la narrativa de forma más clara y concisa, aspectos que resultan particularmente valorados en evaluación realizada. Esto coincide con lo que señalan estudios de aprendizaje multimedia, los cuales reflejan que los videos bien diseñados pueden potenciar la atención, reducir la carga cognitiva extrínseca, y favorecer la retención de conocimientos [8]. Por otra parte, aunque la exposición oral académica suele considerarse una habilidad esencial, su desempeño puede estar limitado por factores como el dominio del idioma (inglés), la estructura de la presentación, la fluidez oral y los nervios durante la exposición. Esto puede provocar un techo (efecto de sesgo hacia notas altas) si el alumnado no se siente totalmente cómodo con el idioma o con la dinámica oral. Estos resultados concuerdan con otros estudios que encuentran mejoras en el rendimiento cuando se usan videos adecuadamente diseñados en contextos de aprendizaje, mostrando que presentaciones multimedia inducen mejores resultados en pruebas de conocimiento, especialmente cuando complementan o reemplazan parte de la instrucción oral tradicional [14]. En todo caso, la eficacia del video depende del diseño, la segmentación temporal, el guion y la retroalimentación [9]. Diversificar tareas de comunicación docente con ambos formatos puede potenciar distintas competencias tales como la rigurosidad científica, la oralidad académica, el dominio del idioma, la narrativa divulgativa y la capacidad de síntesis [15].

Como limitaciones del estudio cabe reseñar las siguientes: El número de estudiantes ($n = 49$) no es elevado, lo que limita la generalización de los resultados. En sucesivos cursos se llevará a cabo una repetición de las actividades propuestas en esta investigación. De la misma manera, en futuras repeticiones se deben prestar especial atención al posible efecto de techo (notas muy altas), ya que estas podrían no diferenciar bien a los estudiantes y convendría revisar si la escala de evaluación ofrece suficiente discriminación para captar progresos y efectos del tipo de presentación. Por otro lado, se ha valorado la posibilidad de implementar una rúbrica de evaluación que debería ser explícita, comprensible y conocida por el alumnado y profesorado, para guiar tanto en la preparación como la evaluación. Se ha documentado que el uso de rúbricas mejora la claridad de expectativas, la preparación de los estudiantes y la percepción de equidad en la evaluación [16], aunque se advierte sobre la necesidad de familiarización previa con la rúbrica para maximizar su utilidad. En este estudio tampoco se recogieron datos cualitativos de percepción del alumnado, esta ausencia de datos (entrevistas, encuestas o narrativas) limita la comprensión de los mecanismos por los que un formato u otro favorece el desempeño de la actividad. Algunos estudios cualitativos aportan el “por qué” y el “cómo” de los efectos educativos y capturan dimensiones afectivas que las calificaciones no reflejan [17,18]. Por último, no se midió explícitamente el impacto del idioma inglés como barrera, ni se contrastó con grupos similares sin la exigencia del inglés, Macaro et al, (2018) recomiendan que se analice la interacción entre el formato de enseñanza y el nivel de inglés, tanto de los estudiantes como del evaluador[19]. Este último es clave ya que incluso no teniendo en cuenta el nivel del inglés de los estudiantes, el evaluador puede sesgar la nota según detecte mejor o peor nivel de idioma, en la mayoría de los casos no materno. Al mismo tiempo, la predisposición del alumnado puede verse influenciada por la seguridad y comodidad que le supone el uso de su idioma nativo, así como el no estar delante de la audiencia.

5. Conclusiones

El presente preliminar estudio muestra que el uso de videos divulgativos breves (≤ 3 minutos) mejora significativamente el rendimiento del alumnado frente a exposiciones académicas tradicionales, y sugiere, de forma exploratoria, que estos formatos pueden emplearse como complemento para potenciar tanto el rigor científico, como la capacidad de comunicación accesible. Sin embargo, para consolidar estos hallazgos convendría llevar a cabo investigaciones futuras con muestras más amplias y diversas, incluir evaluaciones con rúbricas, recoger datos cualitativos de percepción del alumnado y examinar cómo variables como el dominio de idiomas, la experiencia previa en edición de video o la familiaridad con formatos digitales influyen en el desempeño final.

REFERENCES

- 1, Pun, J. K. H. An integrated review of the role of communication in veterinary clinical practice, *BMC Vet Res* **16**, 394 (2020).
- 2, van Gelderen (Mabin), I. & Taylor, R. Developing Communication Competency in the Veterinary Curriculum, *Animals* **13**, 3668 (2023).
- 3, Bahramsoltani, M. et al. Outcome of Communication Training in Veterinary Studies: Influence on the Perception of the Relevance of Veterinary Competencies and Self-Assessment of Communication Skills, *Animals (Basel)* **13**, (2023).
- 4, Wrighting, D. M. et al. Teaching Undergraduates to Communicate Science, Cultivate Mentoring Relationships, and Navigate Science Culture, <https://doi.org/10.1187/cbe.20-03-0052> **20**, (2021),
- 5, Atkinson, A. et al. Student-created videos in online STEM education: a large, interdisciplinary, randomized control study, *Discover Education* **3**, 1–16 (2024).
- 6, Zhu, J. et al. The impact of short videos on student performance in an online-flipped college engineering course, *Humanit Soc Sci Commun* **9**, 1–10 (2022).

- 7, Liu, Q., Geertshuis, S., Gladman, T. & Grainger, R. Student video production within health professions education: A scoping review, *Med Educ Online* **27**, (2022).
- 8, Brame, C. J. Effective Educational Videos: Principles and Guidelines for Maximizing Student Learning from Video Content, *CBE—Life Sciences Education* **15**, es6 (2016).
- 9, Morgado, M. *et al.* Video-based approaches in health education: a systematic review and meta-analysis, *Sci Rep* **14**, 23651 (2024).
- 10, van Ginkel, S. *et al.* Fostering oral presentation competence through a virtual reality-based task for delivering feedback, *Comput Educ* **134**, 78–97 (2019).
- 11, Moothedath, M. Reliability of rubrics in the assessment of clinical oral presentation: A prospective controlled study, *J Educ Health Promot* **13**, 182 (2024),
- 12, Jamovi project, Jamovi, Preprint at (2022).
- 13, Core Team, R. R: A Language and environment for statistical computing, Preprint at [https://cran,r-project.org](https://cran.r-project.org), (2021).
- 14, Tani, M., Manuguerra, M. & Khan, S. Can videos affect learning outcomes? Evidence from an actual learning environment, *Educational technology research and development* **70**, 1675–1693 (2022),
- 15, Ross, J., Curwood, J. S. & Bell, A. A multimodal assessment framework for higher education, *E-Learning and Digital Media* **17**, 290–306 (2020).
- 16, Ragupathi, K. & Lee, A. Beyond Fairness and Consistency in Grading: The Role of Rubrics in Higher Education, *Diversity and Inclusion in Global Higher Education: Lessons from Across Asia* 73–95 (2020) doi:10.1007/978-981-15-1628-3_3/TABLES/2.
- 17, Yielder, J. *et al.* A qualitative exploration of student perceptions of the impact of progress tests on learning and emotional wellbeing, *BMC Med Educ* **17**, 1–10 (2017).
- 18, Hamood, W., J., Chur-Hansen, A. & McArthur, M. L. A qualitative study to explore communication skills in veterinary medical education, *Int J Med Educ* **5**, 193–198 (2014).
- 19, Macaro, E., Curle, S., Pun, J., An, J. & Dearden, J. A systematic review of English medium instruction in higher education, *Language Teaching* **51**, 36–76 (2018).

Aportaciones de los estudiantes a la docencia impartida en diferentes sesiones prácticas del Grado en Veterinaria

Magnolia Conde-Felipe^{*ab}, Miguel Ángel Quintana^{ad}, José Manuel Molina^{ac}, Antonio Ruiz^{ac}, Ana Sofía Ramírez^{ac}, Esteban Pérez^{ac} y José Raduán Jáber^{ac},

^aGrupo de Innovación Educativa VETFUN, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC); ^bDepartamento de Sanidad Animal, Universidad de Córdoba; ^cDepartamento de Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los Alimentos (ULPGC); ^dDepartamento de Ingeniería Telemática (ULPGC); ^eDepartamento de Morfología (ULPGC)

RESUMEN

La formación de los futuros veterinarios no es ajena a las nuevas tecnologías. El desarrollo de la gamificación y de técnica biomédicas novedosas de imagen no sólo aportan avances significativos en el ámbito empresarial y/o biomédico, sino que también están siendo utilizadas en educación superior. La implementación de la docencia tradicional con nuevas tecnologías está propiciando cambios metodológicos en la docencia del Grado en Veterinaria haciendo que los estudiantes puedan desarrollar competencias y habilidades necesarias para el desarrollo de su actividad profesional. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo realizar un análisis semántico e individualizado de los comentarios y aportaciones incluidas por los estudiantes en los cuestionarios de satisfacción en sesiones prácticas de las asignaturas de Enfermedades Parasitarias y Anatomía Veterinaria, que habían sido implementadas con la gamificación o con técnicas de imagen, respectivamente.

Palabras clave: Gamificación; técnicas de imagen; análisis semántico; Grado en Veterinaria.

1. INTRODUCCIÓN

La metodología tradicional de enseñanza en Veterinaria se dirige hacia un modelo educativo más flexible, donde los estudiantes pueden desarrollar diferentes estrategias de aprendizaje adaptadas a sus necesidades [1]. En el ámbito nacional, los planes de estudio del Grado en Veterinaria están avanzando hacia un aprendizaje centrado en el estudiante, con énfasis en desarrollar competencias y habilidades necesarias para el desarrollo de la actividad profesional [2]. Esta transformación del proceso de enseñanza-aprendizaje puede asociarse con metodologías innovadoras respaldadas por nuevas tecnologías. Con el objetivo de ajustarse a las necesidades individuales de aprendizaje en la educación superior, múltiples son los procedimientos y herramientas que se pueden utilizar en el proceso educativo. Hoy en día, muchas de estas tecnologías se emplean para reducir el uso de animales experimentación en la formación de los estudiantes matriculados en grados de Ciencias de la Salud o en el Grado de Biología [3]. Además, “el valor de los juegos como vehículo para enseñar conceptos al mismo tiempo que estimulan a los estudiantes actualmente es bien aceptado en casi todos los niveles educativos” [4]. En la docencia universitaria, la gamificación se puede utilizar como una herramienta tecnológica en el aula, complementaria a la metodología tradicional. Con esto se persigue, mediante la gamificación, estimular el proceso de aprendizaje del estudiante, pudiendo ampliar sus conocimientos, capacidades y actitudes relacionadas con la competencia digital [5-8].

*mmconde@uco.es; teléfono +34 957218700; fax +34 957211067

Resultados previos del equipo de investigación han puesto en evidencia la utilidad de la gamificación en las sesiones prácticas de la asignatura de Enfermedades Parasitarias que se imparte en el Grado en Veterinaria [9]. Los estudiantes que participaron en el citado estudio percibieron la influencia positiva del Kahoot® en su proceso de aprendizaje, al facilitarles la adquisición de nuevos conocimientos, entre otros. Por ello, se decidió implementar varias sesiones prácticas de la asignatura de Anatomía Veterinaria con técnicas de imagen.

Anatomía Veterinaria es una asignatura que introduce a los estudiantes en el conocimiento de las diferentes estructuras anatómicas que conforman al animal. Los contenidos docentes de la misma se transmiten en sesiones de teoría y en sesiones prácticas, sirviendo de base para la formación en materias relacionadas con la clínica, sanidad, producción animal e inspección de los alimentos, teniendo en cuenta que el conocimiento anatómico es esencial para desarrollar diferentes aspectos vinculados a la actividad profesional. En las sesiones prácticas, las herramientas tradicionales más valiosas para el conocimiento anatómico son los especímenes vivos, las disecciones de cadáveres y los libros de texto [10-11]. El desarrollo de técnicas biomédicas novedosas de imagen ha propiciado el conocimiento, en mayor profundidad, de gran diversidad de estructuras anatómicas, por lo que se están utilizando como herramienta complementaria en la docencia de la anatomía humana y veterinaria [12-13]. Por lo tanto, este estudio tuvo como objetivo realizar un análisis semántico e individualizado de los comentarios y aportaciones incluidas por los estudiantes en los cuestionarios de satisfacción en sesiones prácticas de las asignaturas de Enfermedades Parasitarias y Anatomía Veterinaria, que habían sido implementadas con la gamificación o con técnicas de imagen, respectivamente.

2. METODOLOGÍA

El presente estudio, enmarcado en el Proyecto de Innovación Educativa con referencia PIE 2023-80 de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), se ha desarrollado en las asignaturas obligatorias de Anatomía Veterinaria y de Enfermedades Parasitarias que se imparten en el 1^{er} y 3^{er} curso del Grado en Veterinaria de la ULPGC, respectivamente.

La población objeto de estudio fueron los estudiantes matriculados o en la asignatura de Anatomía Veterinaria o en la de asignatura de Enfermedades Parasitarias, diseñándose un muestreo no probabilístico de voluntarios. En la de asignatura de Enfermedades Parasitarias participaron los estudiantes matriculados en los cursos académicos 2022/2023 (N=63) y 2023/2024 (N=57). Estos estudiantes, durante el transcurso del curso académico, realizaron un total de seis prácticas regladas de laboratorio, en las que se siguió un protocolo de prácticas, que incluye información relacionada con las principales técnicas utilizadas en el diagnóstico de las Enfermedades Parasitarias más frecuentes de los animales domésticos. Una de esas sesiones prácticas fue implementada con dos pruebas de evaluación individual diseñadas con la herramienta de gamificación Kahoot®, una herramienta de aprendizaje basada en juegos, que los estudiantes cumplieron al inicio y antes de la finalización de la práctica. En la asignatura de Anatomía Veterinaria participaron los alumnos matriculados en el curso académico 2023/2024 (N=105). Estos estudiantes realizaron un total de veinte sesiones prácticas regladas, llevándose a cabo el presente estudio en dos de ellas, donde el método de enseñanza tradicional, basado en disección de especímenes cadavéricos y libros de texto, se implementó con imágenes de tomografía computarizada (TC) y reconstrucciones tridimensionales.

Con el objetivo de evaluar la percepción de los estudiantes sobre la utilización de la gamificación y de técnicas avanzadas de diagnóstico por imagen en las sesiones prácticas de Enfermedades Parasitarias y de Anatomía Veterinaria, respectivamente, se elaboraron dos cuestionarios teniendo en cuenta encuestas de satisfacción previamente validadas por el equipo de investigación [14]. En el último apartado del mencionado cuestionario se incluyó una pregunta abierta para que los participantes incluyeran sus comentarios, si lo estimaban oportuno. En el presente estudio se van a presentar los resultados obtenidos en la citada pregunta abierta. Al finalizar las sesiones prácticas, incluidas en el presente estudio, los estudiantes cumplieron el cuestionario de forma voluntaria y anónima, a través de sus dispositivos móviles. Para la creación del cuestionario y la recopilación de las respuestas se utilizó la herramienta *Forms* de *Microsoft 365*®. Con las palabras más utilizadas por los estudiantes en la pregunta abierta se generaron nubes de palabras con *Wordclouds* (<https://www.wordclouds.com/>). Los cálculos de los porcentajes se llevaron a cabo a través de la herramienta Excel de

Microsoft 365©. El cálculo de los p-valores se llevó a cabo con la calculadora online https://www.medcalc.org/calc/comparison_of_proportions.php.

2.1. Análisis semántico e individualizado de los comentarios de los estudiantes

Con los comentarios que los estudiantes incluyeron en la pregunta abierta del cuestionario de satisfacción, se procedió, en primer lugar, a realizar un análisis semántico de los mismos con el objetivo de determinar patrones inferidos del análisis cualitativo de las respuestas vinculados con la metodología docente utilizada en las sesiones prácticas [15]. Los comentarios fueron agrupados en cinco categorías diferentes en función de la sintaxis y de los resultados obtenidos en el análisis semántico. Las categorías fueron las siguientes; muy positivo, positivo, constructivo, neutral y negativo. En el análisis estadístico se tuvieron en cuenta el número de comentarios incluidos en cada una de las categorías, si bien, los resultados obtenidos en las categorías “muy positivo” y “positivo” se contabilizaron de forma conjunta.

En segundo lugar, se realizó un análisis individual de la polaridad emocional basado en indicadores lingüísticos cualitativos, con el objetivo de calcular la polaridad y la intensidad afectiva de los comentarios de los estudiantes durante las sesiones prácticas implementadas con las diferentes herramientas metodológicas utilizadas en el presente estudio. Para ello, se utilizó el marco VADER (*Valence Aware Dictionary and sEntiment Reasoner*), basado en un diccionario léxico [15] y el marco *TextBlob*, una herramienta de procesamiento del lenguaje natural que permite calcular la polaridad y subjetividad de los textos.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Un total de 172 estudiantes completaron el cuestionario de satisfacción, de los cuales 106 fueron estudiantes de Enfermedades Parasitarias y 66 de Anatomía Veterinaria. Estos números corresponden con el 90,48% y con el 85,96% de los estudiantes matriculados en Enfermedades Parasitarias en los cursos académicos 2022/2023 y 2023/2024, respectivamente. En la asignatura de Anatomía Veterinaria completaron el cuestionario de satisfacción el 62,86% de los estudiantes matriculados.

3. 1. Asignatura de Enfermedades Parasitarias

3. 1. 1. Análisis semántico de las respuestas de los estudiantes

En los cursos académicos 2022/2023 y 2023/2024, el 21,05% y el 12,24% de los estudiantes que participaron en la sesión práctica de Enfermedades Parasitarias, implementadas con la herramienta Kahoot®, incluyeron sus comentarios en el cuestionario de satisfacción, respectivamente.

El análisis semántico de los comentarios aportados por los estudiantes permitió identificar diversos patrones de respuesta relacionados con la percepción de las sesiones prácticas implementadas con la herramienta Kahoot® y su posible valor pedagógico. De forma general, los alumnos manifestaron un tono extremadamente positivo y entusiasta en sus comentarios como ha quedado reflejado en las Figuras 1 y 2, con palabras como “gustado”, “encantó”, “útil”, “amena”, “entretenida”, “mejor”, “genial”, “guay”, “lúdica”, entre otras. Terminología asociada con el proceso de aprendizaje como “cuestionarios” y “evaluación” (Fig. 1), “aprender” y “resultados” (Fig. 2) se vinculan con “prácticas” y “Kahoot®” (Fig. 1 y Fig. 2). La terminología utilizada por los estudiantes refleja el efecto dinamizador que esta herramienta de gamificación generó durante el desarrollo de las sesiones prácticas coincidiendo con resultados descritos previamente [16-18]. Además, los estudiantes destacaron la labor pedagógica del docente por su nitidez en la forma de explicar. Reconocen la calidad de la docencia impartida, evidenciándose una conexión entre los estudiantes y el docente por las expresiones de gratitud incluidas en los comentarios. Muchos de estos confirman que la gamificación aumenta su motivación y su compromiso en aprender, coincidiendo con resultados previos [19-21]. La motivación que manifestaron los estudiantes se podría vincular con la capacidad que tiene el Kahoot® de favorecer la interacción entre la motivación intrínseca y la motivación externa al permitirle a los estudiantes obtener recompensas por sus logros [19]. Los comentarios de los estudiantes evidencian que

el Kahoot® es una herramienta pedagógica eficaz que aumenta la concentración de los alumnos en el aula y que les facilita la adquisición y retención de nuevos conocimientos [16, 20]. Por todo ello, sugieren que el Kahoot® debería usarse con más frecuencia a la vista de los buenos resultados que les ha aportado en esta ocasión. A pesar de la posible reticencia al uso de la gamificación en el ámbito universitario, por tratarse de una herramienta ampliamente empleada en la educación preuniversitaria, en el presente estudio, como en trabajos de investigación previos, los estudiantes recomiendan el uso de esta herramienta en clase [22-23]. Por otro lado, algunos comentarios, aunque breves, reflejan la satisfacción de los estudiantes y su confianza en el proceso de enseñanza que se ha desarrollado durante las sesiones prácticas.



Figura 1. Palabras más utilizadas en los comentarios que los estudiantes incluyeron en el cuestionario de satisfacción en las sesiones prácticas de Enfermedades Parasitarias implementadas con el Kahoot® (curso académico 2022/2023).



Figura 2. Palabras más utilizadas en los comentarios que los estudiantes incluyeron en el cuestionario de satisfacción en las sesiones prácticas de Enfermedades Parasitarias implementadas con el Kahoot® (curso académico 2023/2024).

En el curso 2022/2023, tras realizar el análisis cualitativo de las respuestas, el 75% de los comentarios de los estudiantes presentó un tono muy positivo o positivo (Tabla 1). En la categoría de “comentario constructivo” cabe destacar que el 16,7% de los estudiantes ratifican la utilidad del Kahoot® en el proceso de aprendizaje, si bien aconsejan que no debería ser empleada como herramienta de evaluación en los exámenes de las diferentes asignaturas que se imparten en el Grado en Veterinaria. Además, en el 8,3% de los comentarios se incluyen sugerencias de mejora para que los estudiantes no sólo se centren en responder los cuestionarios de Kahoot®, para obtener la máxima puntuación, sino que las preguntas incluidas en dichos cuestionarios les permitan pensar.

Categoría	A (%)	B (%)
Muy positivo	25	50
Positivo	50	33
Constructivo	25	17
Neutral	0	0
Negativo	0	0

Tabla 1. Análisis semántico de las respuestas (comentarios) que los estudiantes incluyeron en el cuestionario de satisfacción en las sesiones prácticas de Enfermedades Parasitarias implementadas con el Kahoot®. (A) Curso académico 2022/2023; (B) Curso académico 2023/2024

En el curso 2023/2024, en el análisis cualitativo de las respuestas, se detectó un predominio de un tono positivo o muy positivo en los comentarios de los estudiantes (83%) (Tabla 1). En el 17% de los comentarios se incluyeron sugerencias de mejora orientadas a la consolidación del proceso de aprendizaje mediante un proceso de retroalimentación donde pudieran acceder a las respuestas correctas de cada una de las preguntas incluidas en el Kahoot® una vez finalizada la sesión práctica.

Como se puede apreciar en la Tabla 1, en el análisis semántico de las respuestas obtenidos en ambos cursos académicos no se registraron comentarios neutrales ni negativos, no detectándose diferencias significativas entre las diferentes categorías cuando se compararon ambos cursos académicos.

3. 1. 2. Análisis individual de la polaridad emocional

A partir de los indicadores lingüísticos cualitativos, principalmente adjetivos y expresiones de valoración afectiva, se elaboró un análisis individual de la polaridad emocional mediante los modelos *VADER* y *TextBlob*, en el que se clasificaron las respuestas según su polaridad (muy positiva, positiva, constructiva, neutral o negativa). Este análisis individualizado permitió identificar matices emocionales en cada respuesta.

En el curso 2022/2023, se detectaron un 75% y un 25% de respuestas cortas y largas, respectivamente. Todas las respuestas largas se clasificaron en la categoría de respuestas constructivas, donde los estudiantes aportaron diferentes sugerencias relacionadas con la utilización del Kahoot®, como herramienta complementaria en la docencia en el Grado en Veterinaria. El análisis individualizado de las respuestas refleja una intensidad emocional significativa vinculada a los siguientes adjetivos; “genial”, “útil”, “amena” y “divertido” (Fig. 1).

En el curso 2023/2024, el 100% las respuestas de los estudiantes fueron cortas, concisas y emocionalmente significativas. Los rasgos emocionales más relevantes, observados tras el análisis individualizado de las respuestas, se vinculan a las

siguientes palabras; “guay”, “encantó”, “aprendido bastante” y “divertida” (Fig. 2) que se asocian a estado emocional positivo y de compromiso con el proceso de aprendizaje.

En general, el perfil emocional general de todos los estudiantes que incluyeron sus comentarios en el cuestionario de satisfacción refleja una aceptación consistente y coherente del uso del Kahoot® como herramienta educativa, principalmente en ámbitos donde es muy importante retener una gran cantidad de información.

Los comentarios plasmados por los estudiantes muestran la gran aceptación que ha tenido el Kahoot® en las sesiones prácticas implementadas con esta herramienta. Si bien, el 21,05% (2022/2023) y el 12,24% (2023/2024), de los estudiantes que asistieron a las citadas sesiones incluyeron sus comentarios en el cuestionario de satisfacción, un valor de participación muy similar al obtenido en un trabajo de investigación previo realizado en Ciencias de la Salud [20], desconocemos si el análisis semántico e individualizado de los comentarios presentarían un patrón diferente con valores más elevados de participación.

3. 2. Asignatura de Anatomía Veterinaria

3.2.1. Análisis semántico de las respuestas de los estudiantes

En el curso 2023/2024, el 46,43% de los estudiantes que participaron en la sesión práctica de la asignatura de Anatomía Veterinaria, implementadas con imágenes de tomografía computerizada (TC) y reconstrucciones tridimensionales, incluyeron sus comentarios en el cuestionario de satisfacción.

El análisis semántico de los comentarios aportados por los estudiantes permitió identificar diversos patrones de respuesta relacionados con el uso de imágenes de TC y de reconstrucciones tridimensionales como herramientas complementarias en las sesiones prácticas de la percepción y su posible valor pedagógico. De forma general, los alumnos manifestaron un tono positivo con algunas sugerencias de mejora. Palabras como “mucho” y “buenas” destacan en la Fig. 3 vinculándose a “prácticas” y “conocimientos”. Además, los estudiantes comentan la estrecha alineación pedagógica existente entre la docencia práctica y las clases magistrales. Recalcan que el proceso de aprendizaje de conceptos abstractos, terminología anatómica y de la orientación espacial se ha consolidado en las sesiones prácticas. Reconocen que la implementación de la docencia de la Anatomía Veterinaria con TC y con reconstrucción tridimensionales aumenta la motivación y atención en las sesiones prácticas. Como sugerencias de mejora, recomiendan que la duración de la práctica no supere el tiempo establecido.

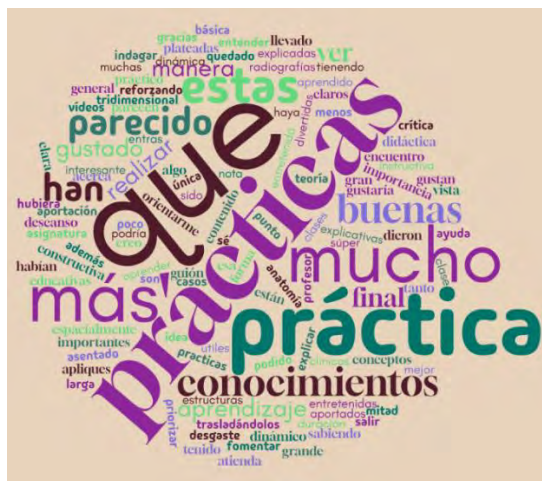


Figura 3. Palabras más utilizadas en los comentarios que los estudiantes incluyeron en el cuestionario de satisfacción en las sesiones prácticas de Anatomía Veterinaria implementadas con imágenes de tomografía computarizada (TC) y reconstrucciones tridimensionales (curso académico 2023/2024).

Categoría	%
Muy positivo	54
Positivo	31
Constructivo	15
Neutral	0
Negativo	0

Tabla 2. Análisis semántico de las respuestas (comentarios) que los estudiantes incluyeron en el cuestionario de satisfacción en las sesiones prácticas de Anatomía Veterinaria implementadas con imágenes de tomografía computerizada (TC) y reconstrucciones tridimensionales en el curso académico 2023/2024.

Como se puede apreciar en la Tabla 2, en el análisis semántico de las respuestas obtenidas no se registraron comentarios neutrales ni negativos.

3. 2. 2. Análisis individual de la polaridad emocional

Este análisis individualizado permitió identificar matices emocionales en cada uno de los comentarios de los estudiantes que plasmaron sus impresiones en el cuestionario de satisfacción tras haber asistido a la sesión práctica de Anatomía Veterinaria. Se detectaron un 38,46% de respuesta largas frente a un 61,54% de cortas. En las respuestas cortas se aprecian una gran cantidad de detalles, reflejando algunas de las inquietudes que presentan los estudiantes en las sesiones prácticas de la asignatura de Anatomía Veterinaria con relación al aspecto aplicativo de la asignatura.

La mayoría de las respuestas fueron claras, emocionalmente directas y coherentes con el contexto de la asignatura. El análisis individualizado de las respuestas destaca diversos marcadores emocionales de relevancia que define a las sesiones prácticas como; “muy buenas”, “dinámica”, “educativas”, “de gran ayuda” y “me gustaron mucho” (Fig. 3). A nivel de aprendizaje, los estudiantes mostraron su satisfacción a nivel cognitivo y emocional, vinculándose estrechamente estos indicadores con la eficacia en el método de enseñanza utilizado.

Si comparamos los resultados obtenidos en las sesiones prácticas implementadas en la asignatura de Enfermedades Parasitarias (cursos académicos 2022/2023, 2023/2024) con las implementadas en la asignatura de Anatomía Veterinaria (curso académico 2023/2024), en el análisis semántico de los comentarios de los estudiantes no se detectaron diferencias estadísticamente significativas. Sin embargo, el porcentaje de estudiantes que incluyeron sus comentarios en la encuesta de satisfacción fue considerablemente superior en Anatomía Veterinaria (46,43%) en comparación con Enfermedades Parasitarias (21,05% y 12,24%). Con los datos con los que disponemos, es difícil elucidar a qué se debe esta diferencia.

CONCLUSIONES

Los resultados reflejados en el presente trabajo de innovación educativa han puesto en evidencia la importancia de la docencia práctica, en dos asignaturas que se imparten en el Grado de Veterinaria de la ULPGC, a la vista de los comentarios y aportaciones que los estudiantes han plasmado en los cuestionarios de satisfacción.

- El análisis semántico de los comentarios de los estudiantes menciona explícitamente el rol del profesor como un factor clave en la satisfacción de los alumnos.

- A nivel de aprendizaje, los estudiantes mostraron su satisfacción a nivel cognitivo y emocional, vinculándose estrechamente estos indicadores con la eficacia en el método de enseñanza utilizado.
- Los estudiantes perciben las sesiones prácticas implementadas con la herramienta Kahoot® útiles y motivadoras indicando ajustes mínimos con el objetivo de reforzar el aprendizaje a partir de procedimientos de retroalimentación.
- A pesar de que Kahoot® refuerza el compromiso de los estudiantes en su proceso de aprendizaje, siendo muy útil en el aula, los estudiantes aconsejan que no sea empleada como herramienta de evaluación en los exámenes de las diferentes asignaturas que se imparten en el Grado en Veterinaria.
- El perfil emocional general de todos los estudiantes, que incluyeron sus comentarios en el cuestionario de satisfacción, refleja una aceptación consistente del uso de la gamificación y de las técnicas de imagen como herramientas educativas complementarias, principalmente en ámbitos donde es muy importante retener una gran cantidad de información.

BIBLIOGRAFÍA

1. Fernandes, T.H., “General Panorama of European Veterinary Education”, *Journal of Veterinary Medical Education*, 31 (3), 204-206, (2004).
2. Fernandes, T.H., “European veterinary education: A bridge to quality”, *The Veterinary Journal*, 169, 210–215, (2005).
3. Kennedy, B.W., “Fruits of education: E-technology and applications in lab animal training”, *Lab Animal*, 46 (1), pp. 11, (2017).
4. Becker, K., “Teaching with games: The minesweeper and asteroids experience”. *Journal of Computing in Small Colleges*, 17 (2), pp. 23-33, (2001).
5. “Recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo, de 18 de diciembre de 2006, sobre las competencias clave para el aprendizaje permanente”, Parlamento Europeo, 2006/962/CE, Diario Oficial de la Unión Europea, L394, 30.12.2006, pp. 10-18, (2006).
6. Whitton, N., “Learning with digital games: A practical guide to engaging students in higher education. New York: Taylor and Francis, (2010).
7. Caponetto, I, Earp, J, Ott, M., “Gamification and education: A literature review”, 8th European Conference on Games Based Learning, ECGBL 2014, Germany, 1, pp. 50, (2014).
8. Dicheva, D, Dichev, C, Agre, A., Angelova, G., “Gamification in education: A systematic mapping study”. *Educational Technology & Society*, 18 (3), pp. 75-88, (2015).
9. Conde-Felipe, M., Molina, J.M., Ruiz, A., “Percepción de los estudiantes sobre el uso de Kahoot en dos prácticas de laboratorio en Veterinaria”, *InnoeducaTIC*, (2022).
10. Salazar, I., “Coming changes in veterinary anatomy: What is or should be expected?”, *J. Vet. Med. Educ.*, 29:126–130, (2002).
11. Kinnison, T, Forrest, N.D., Frean, S.P., Baillie, S., “Teaching bovine abdominal anatomy: Use of a haptic simulator”, *Anat. Sci. Educ.*, 2:280–285, (2009).
12. Grignon, B., Oldrini, G., Walter, F., “Teaching medical anatomy: what is the role of imaging today?”, *Surg. Radiol. Anat.*, 38, 253–260, (2016).
13. Delisser, P. J., Carwardine, D., “Student perceptions of sectional CT/MRI use in teaching veterinary anatomy and the correlation with visual spatial ability: A student survey and mental rotations test”, *Journal of Veterinary Medical Education*, 45(3), 320-329, (2018).
14. Conde-Felipe M, Evaluación puntual del aprendizaje en Veterinaria mediante una técnica de gamificación, (2021).
15. Hutto, C., Gilbert, E., “VADER: A parsimonious rule-based model for sentiment analysis of social media text”. In *Proceedings of the international AAAI conference on web and social media*, 8, (1), 216-225 (2014).
16. Licorish, S., Owen, H., Daniel, B. y Li, J., “Students’ perception of Kahoot!’s influence on teaching and learning”, *Research and Practice in Technology Enhanced Learning* 13:9 (2018).
17. Marín-Suelves, D. M., Esteve, M. I. V., Chacón, J. P. y Marí, M. L., “Gamificación en la evaluación del aprendizaje: Valoración del uso de Kahoot!”, En *REDINE (Ed.), Innovative strategies for Higher Education in Spain*, Eindhoven, NL: Adaya Press, 8-17 (2018).

18. Cameron, K.E., y Bizo, L.A., “Use of the game-based learning platform KAHOOT! to facilitate learner engagement in Animal Science students”, *Research in Learning Technology*, 27: 2225 (2019).
19. Plump, C. M. y LaRosa, J., “Using kahoot! in the classroom to create engagement and active learning: A game-based technology solution for eLearning novices”, *Management Teaching Review* 2(2), 151-158 (2017).
20. Felszeghy, S., Pasonen-Seppänen, S., Koskela, A., Nieminen, P., Härkönen, K., Paldanius, K.M.A., Gabbouj, S., Ketola, K., Hiltunen, M., Lundin, M., Haapaniemi, T., Sointu, E., Bauman, E.B., Gilbert, G.E., Morton, D. y Mahonen, A., “Using online game-based platforms to improve student performance and engagement in histology teaching”, *BMC Med Educ* 19, 273 (2019).
21. Özhan, Ş.Ç., Kocadere, S.A., “The effects of flow, emotional engagement, and motivation on success in a gamified online learning environment”, *Journal of Educational Computing Research*, 57(8), 2006-2031 (2020).
22. Rodríguez-Fernández, L., “Smartphones y aprendizaje: el uso de Kahoot en el aula universitaria”. *Revista Mediterránea de Comunicación/Mediterranean Journal of Communication*, 8(1), 181-190, (2017).
23. Suelves, D. M., Esteve, M. I. V., Chacón, J. P. y Marí, M. L., “Gamificación en la evaluación del aprendizaje: valoración del uso de Kahoot!”, En REDINE (Ed.), *Innovative strategies for Higher Education in Spain*, Eindhoven, NL: Adaya Press, 8-17 (2018).

De la tutoría académica al mentorazgo profesional: una propuesta para la integración del estudiante en la formación náutica universitaria

Celeste Santaella García, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval, Universidad de La Laguna (ULL), España

RESUMEN

La acción tutorial universitaria constituye un pilar esencial en la integración del estudiante, especialmente en titulaciones técnicas como la formación náutica, donde la transición al entorno profesional requiere acompañamiento continuo. Este trabajo presenta una experiencia desarrollada en la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna (ULL), en el marco del Plan de Orientación y Acción Tutorial (POAT), cuyo objetivo es facilitar la adaptación del alumnado de nuevo ingreso y fomentar su desarrollo académico y vocacional.

A partir del análisis de las expectativas del estudiantado (entre las que destaca, con un 63,3 %, el interés por la orientación profesional y las salidas laborales del sector) se identifican las principales demandas y desafíos del acompañamiento docente en contextos marítimos. Los resultados reflejan la necesidad de evolucionar desde una tutoría académica tradicional hacia un modelo de mentorazgo formativo, que conecte la experiencia en el aula con la práctica a bordo de buques, promoviendo relaciones de aprendizaje entre oficiales y estudiantes.

El estudio propone un modelo dual aula-buque, orientado a fortalecer la vinculación entre universidad y entorno profesional, mejorar la retención del alumnado y consolidar una cultura de mentoría adaptada a los retos actuales de la educación marítima.

Palabras clave: acción tutorial, mentoría, integración profesional, formación náutica, innovación educativa, orientación profesional

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Contexto y justificación

En las titulaciones técnicas, y especialmente en la formación náutica, esta función adquiere una relevancia particular: los alumnos deben enfrentarse a un proceso formativo exigente, con una marcada orientación práctica y un horizonte profesional que combina competencias científicas, tecnológicas y humanas, en consonancia con las normas internacionales de formación establecidas por la Organización Marítima Internacional (IMO) [1].

Diversos estudios sobre mentoría universitaria destacan la importancia del acompañamiento docente en la permanencia y el éxito académico, así como en la construcción de la identidad profesional en etapas tempranas de la carrera [2, 3]. En este sentido, la acción tutorial no se limita a la resolución de cuestiones administrativas o académicas, sino que actúa como un espacio de guía y reflexión compartida.

En la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna (ULL), el Plan de Orientación y Acción Tutorial (POAT) ha permitido articular una estructura sistemática de apoyo al estudiante, especialmente en el primer curso. Este plan no solo promueve la adaptación al entorno universitario, sino que también abre la posibilidad de evolucionar hacia un modelo de mentorazgo formativo, que integre la experiencia docente con la práctica profesional a bordo de buques.

El Plan de Orientación y Acción Tutorial (POAT) de la Universidad de La Laguna constituye una estrategia institucional destinada a integrar al estudiantado, orientarlo en su desarrollo académico y promover su crecimiento personal y vocacional. Mientras la acción tutorial se centra en la orientación académica, la mentoría amplía el acompañamiento hacia el desarrollo profesional y humano.

1.2 Objetivos del estudio

La presente contribución analiza los resultados obtenidos en el marco del POAT y plantea una propuesta de extensión del modelo tutorial al entorno marítimo, articulando una relación directa entre aula, docencia y vida a bordo. Con ello, se busca fortalecer la cohesión entre la formación académica y la realidad profesional, contribuyendo a una educación marítima más humana, colaborativa y orientada a la sostenibilidad del talento joven.

1.3 Revisión de antecedentes

Estudios recientes sobre acción tutorial y mentoría en educación superior ponen de relieve su papel decisivo en la adaptación académica, la retención estudiantil y el desarrollo de competencias transversales. Tinoco-Giraldo et al. [2] señalan que la e-mentoría se ha consolidado como una herramienta eficaz para acompañar los procesos formativos, especialmente en contextos híbridos o de transición, al facilitar la comunicación entre estudiantes y docentes mediante entornos digitales. La e-mentoría, entendida como el acompañamiento formativo mediado por entornos digitales, complementa la tutoría presencial y amplía el acceso al apoyo académico y profesional.

Por su parte, Gamage [3] destaca que los programas de mentoría y coaching fortalecen el compromiso y la autonomía del alumnado cuando están bien estructurados y cuentan con la implicación activa del profesorado. Este enfoque formativo, más personalizado, propicia el aprendizaje reflexivo y la gestión emocional de los desafíos propios del primer curso universitario.

En la misma línea, Le [4] y Crespi et al. [5] y Velasco Quintana y Benito Capa [6] demuestran que la mentoría entre pares contribuye a consolidar el sentido de pertenencia y mejora las competencias sociales y comunicativas, elementos especialmente valiosos en entornos técnicos donde la colaboración y el liderazgo son esenciales.

Dentro del ámbito marítimo, el informe *Mentoring Seafarers* de la Solent University [7] confirma que la figura del mentor a bordo resulta clave para el bienestar y la progresión profesional de los marinos. Este documento introduce el concepto de *learning partnership*, donde la relación entre oficial y estudiante trasciende la instrucción técnica para convertirse en un acompañamiento integral.

La revisión de estos trabajos evidencia una tendencia clara: los programas de mentoría y acción tutorial que combinan orientación académica, apoyo emocional y contacto con la práctica profesional presentan los mayores índices de éxito en la integración del alumnado. Estos resultados refuerzan la necesidad de adaptar los modelos tradicionales de tutoría a los nuevos escenarios de aprendizaje híbrido, digitalización educativa y colaboración universidad–buque.

2. METODOLOGÍA

El presente trabajo se enmarca en una investigación descriptiva con enfoque mixto, orientada a analizar las expectativas del alumnado y el alcance de la acción tutorial universitaria en la integración académica y profesional de los estudiantes de titulaciones marítimas. La experiencia se desarrolló en la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna (ULL), durante el curso académico 2023-2024, dentro del Plan de Orientación y Acción Tutorial (POAT).

2.1 Diseño del estudio

El diseño metodológico combina el análisis cuantitativo de las respuestas obtenidas mediante un cuestionario diagnóstico inicial y la observación cualitativa del proceso tutorial llevado a cabo durante el primer semestre. La encuesta —anónima y voluntaria— fue cumplimentada por el alumnado de primer curso de los grados en Náutica y Transporte Marítimo y en Tecnologías Marinas.

2.2 Instrumentos y recogida de datos

El cuestionario incluyó ítems sobre expectativas, motivaciones y percepción de la figura del tutor. Entre los aspectos más valorados, un 63,3 % de los participantes manifestó interés en recibir orientación sobre salidas profesionales y proyección laboral, seguido del interés por estrategias de estudio y gestión del tiempo.

¿Qué charlas te gustaría ver?

30 respuestas

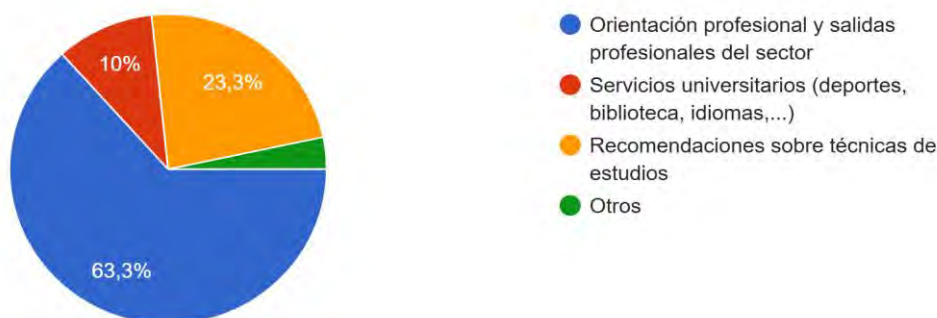


Figura 1. Expectativas del alumnado de primer curso sobre el POAT.

2.3 Análisis de la información

Los datos cuantitativos se analizaron mediante estadísticas descriptivas simples (frecuencias y porcentajes), mientras que el contenido cualitativo se trató por categorización temática, identificando patrones de integración, motivación y orientación vocacional. El conjunto de resultados permitió diseñar una propuesta de **mentorazgo formativo** como evolución natural del modelo tutorial, que conecta la acción docente universitaria con el acompañamiento profesional durante las prácticas a bordo de buques. El diseño del modelo de mentorazgo aula–buque se concibe, además, como una herramienta de transición segura hacia la experiencia embarcada. Por ejemplo, tal como señalan Kim et al. [8], los entornos de simulación y entrenamiento previo reducen la ansiedad y fortalecen la autoconfianza del alumnado antes del contacto directo con la práctica marítima.

La información recogida se complementó con el registro de incidencias, participación en tutorías grupales e individuales, y observaciones cualitativas del profesorado tutor. Esta triangulación permitió obtener una visión más completa del proceso de acompañamiento. La evaluación de la experiencia se basó en indicadores de participación, satisfacción y detección temprana de necesidades académicas.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Los resultados obtenidos a partir del diagnóstico inicial reflejan que el alumnado valora de manera significativa el acompañamiento docente y la orientación personalizada durante el primer año de carrera. El interés mayoritario por las salidas profesionales (63,3 %) evidencia una necesidad de conexión entre la formación universitaria y la futura empleabilidad en el sector marítimo, donde los itinerarios laborales son diversos y de carácter internacional.

La acción tutorial ha demostrado ser un espacio idóneo para atender esas inquietudes y fomentar la permanencia académica. La participación activa del alumnado en las sesiones grupales e individuales permitió detectar con antelación dificultades de adaptación, problemas de motivación o carencias en la gestión del tiempo. De esta manera, la tutoría se configuró no solo como un canal informativo, sino como un entorno de acompañamiento y escucha activa, contribuyendo a fortalecer el vínculo entre estudiante y docente [9].

Desde un punto de vista institucional, el POAT permitió sistematizar acciones de seguimiento que favorecen la detección temprana de necesidades, la integración social y la orientación vocacional. Sin embargo, los resultados también evidencian la necesidad de ampliar el alcance del programa hacia un modelo de mentorazgo formativo, que trascienda el espacio universitario e integre la realidad del trabajo a bordo.

3.1 Propuestas de mejora y aplicación práctica

Como resultado de la observación tutorial y la interacción directa con el alumnado, se plantea la implementación de una estrategia de orientación profesional temprana basada en tres niveles complementarios:

1. **Entrevistas vocacionales personalizadas.** A través de tutorías individuales o entrevistas semiestructuradas, el profesorado puede identificar los intereses, motivaciones y expectativas del alumnado respecto a su futuro profesional. Estas sesiones permitirían orientar sobre las distintas rutas posibles dentro del ámbito marítimo

(desde la navegación y la gestión portuaria hasta el mantenimiento, la seguridad o la investigación) ayudando a que cada estudiante trace un itinerario formativo realista y alineado con sus competencias.

2. **Observación y atención continuada.** La observación directa en clase y la comunicación fluida durante las tutorías posibilitan detectar talentos y áreas de mejora, ofreciendo un seguimiento adaptado a las necesidades de cada estudiante. Este enfoque continuo permitiría reforzar la orientación académica con recomendaciones prácticas para las futuras prácticas externas o embarques.
3. **Consolidación de un sistema de mentorazgo aula–buque.** Se propone establecer un circuito coordinado entre la coordinación de prácticas externas de la Sección y los responsables a bordo (capitanes, primeros oficiales o jefes de máquinas) para que cada estudiante cuente con un mentor designado durante su embarque. Este profesional actuaría como referente técnico y humano, guiando el desarrollo competencial, la toma de decisiones y la adaptación al entorno marítimo.

La conexión entre el tutor académico y el mentor a bordo permitiría un seguimiento integral del aprendizaje: el primero acompañaría la planificación y reflexión formativa, mientras que el segundo facilitaría la aplicación práctica de los conocimientos en el entorno laboral. La comunicación bidireccional entre ambos (por medio de informes breves o sesiones virtuales de seguimiento) garantizaría coherencia en los objetivos formativos y continuidad en el proceso de aprendizaje.

Los resultados confirman que el paso de la tutoría académica al mentorazgo aula–buque representa una evolución natural del modelo de acompañamiento universitario.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La experiencia desarrollada en la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Universidad de La Laguna confirma que la acción tutorial constituye un elemento esencial en la integración y permanencia del alumnado dentro de la educación superior marítima. Más allá de su dimensión informativa, el acompañamiento tutorial se revela como un espacio de confianza y crecimiento personal que incide directamente en la motivación, la retención y la construcción de identidad profesional.

Los resultados del POAT evidencian que las principales demandas del estudiantado se orientan a la orientación profesional y la proyección laboral, lo que sugiere que la acción tutorial debe evolucionar hacia un modelo más participativo, que conecte la experiencia académica con el entorno marítimo real.

En este sentido, el modelo dual aula–buque se presenta como una alternativa viable y enriquecedora. Al combinar la tutoría académica con la mentoría profesional, se promueve un acompañamiento integral que abarca las dimensiones técnica, humana y emocional del aprendizaje. La implicación de capitanes, oficiales y jefes de máquinas como mentores a bordo consolidaría un entorno de aprendizaje continuo y colaborativo, reforzando la transición entre universidad y vida profesional.

La implementación de un modelo tutorial ampliado hacia el contexto marítimo podría tener efectos notables tanto en el desarrollo profesional del alumnado como en la cultura formativa del propio sector. En primer lugar, se espera un incremento de la motivación y la autoconfianza del estudiante al disponer de un referente cercano que acompañe su proceso de aprendizaje práctico. Contar con un mentor experimentado durante las primeras experiencias de embarque puede reducir la ansiedad inicial y mejorar la percepción de seguridad y competencia.

En segundo lugar, se prevé un fortalecimiento de las competencias interpersonales y de liderazgo. El trabajo conjunto con el mentor a bordo fomenta la comunicación efectiva, la gestión de conflictos, la cooperación y el sentido de responsabilidad, competencias esenciales en el entorno marítimo y directamente vinculadas con la seguridad y la eficiencia operativa.

Desde una perspectiva institucional, este sistema favorecería la creación de una red estable de colaboración entre universidad y empresas navieras, promoviendo prácticas más estructuradas, con objetivos pedagógicos claros y mecanismos de evaluación conjunta. Además, permitiría recopilar información de alto valor sobre la experiencia formativa en buques, útil para mejorar tanto la planificación académica como la calidad de las prácticas externas.

Finalmente, este modelo contribuiría a visibilizar el papel pedagógico de los profesionales del mar, otorgando un reconocimiento formal al acompañamiento que realizan los capitanes y oficiales en la formación de las nuevas generaciones. Su implicación como mentores fortalecería el sentido de comunidad dentro del sector y consolidaría un ciclo virtuoso de aprendizaje intergeneracional.

Para su implementación, se recomienda:

- Diseñar un protocolo institucional de mentoría aula–buque, coordinado entre la universidad y las empresas navieras, con objetivos formativos comunes y mecanismos de evaluación compartidos.

- Capacitar al profesorado tutor en competencias de orientación vocacional, mentoría y acompañamiento emocional, garantizando una atención más personalizada al alumnado.
- Formalizar la figura del mentor a bordo, reconociendo su papel dentro del proceso educativo mediante acreditaciones o certificados de colaboración emitidos por la universidad.
- Fomentar proyectos piloto que permitan evaluar el impacto del modelo en variables como la satisfacción del alumnado, la retención académica y la empleabilidad.

La propuesta constituye una contribución práctica a los procesos de innovación educativa en titulaciones técnicas, al integrar la acción tutorial con el mentorazgo profesional. A medio plazo, la consolidación de este enfoque podría extenderse a otros ámbitos de la formación técnica, generando una red de aprendizaje que conecte instituciones académicas, empresas y profesionales del mar.

4.1 Futuras líneas de trabajo

Como proyección futura, se plantea el desarrollo de una línea de investigación institucional centrada en la evaluación del impacto del mentorazgo aula–buque sobre las competencias profesionales, el bienestar del alumnado y la calidad de las prácticas marítimas. Asimismo, la creación de una plataforma digital de seguimiento tutorial permitiría reforzar la comunicación entre tutores académicos y mentores embarcados, favoreciendo una retroalimentación constante y la recopilación sistemática de evidencias formativas.

En síntesis, la acción tutorial, cuando se concibe como una estrategia de acompañamiento integral, trasciende el marco académico para convertirse en un instrumento transformador del aprendizaje y del desarrollo humano en el ámbito marítimo. Este modelo refuerza la visión de una educación náutica moderna, inclusiva y conectada con la realidad del mar, donde cada estudiante navega acompañado, pero también responsable de guiar a quienes vienen detrás.

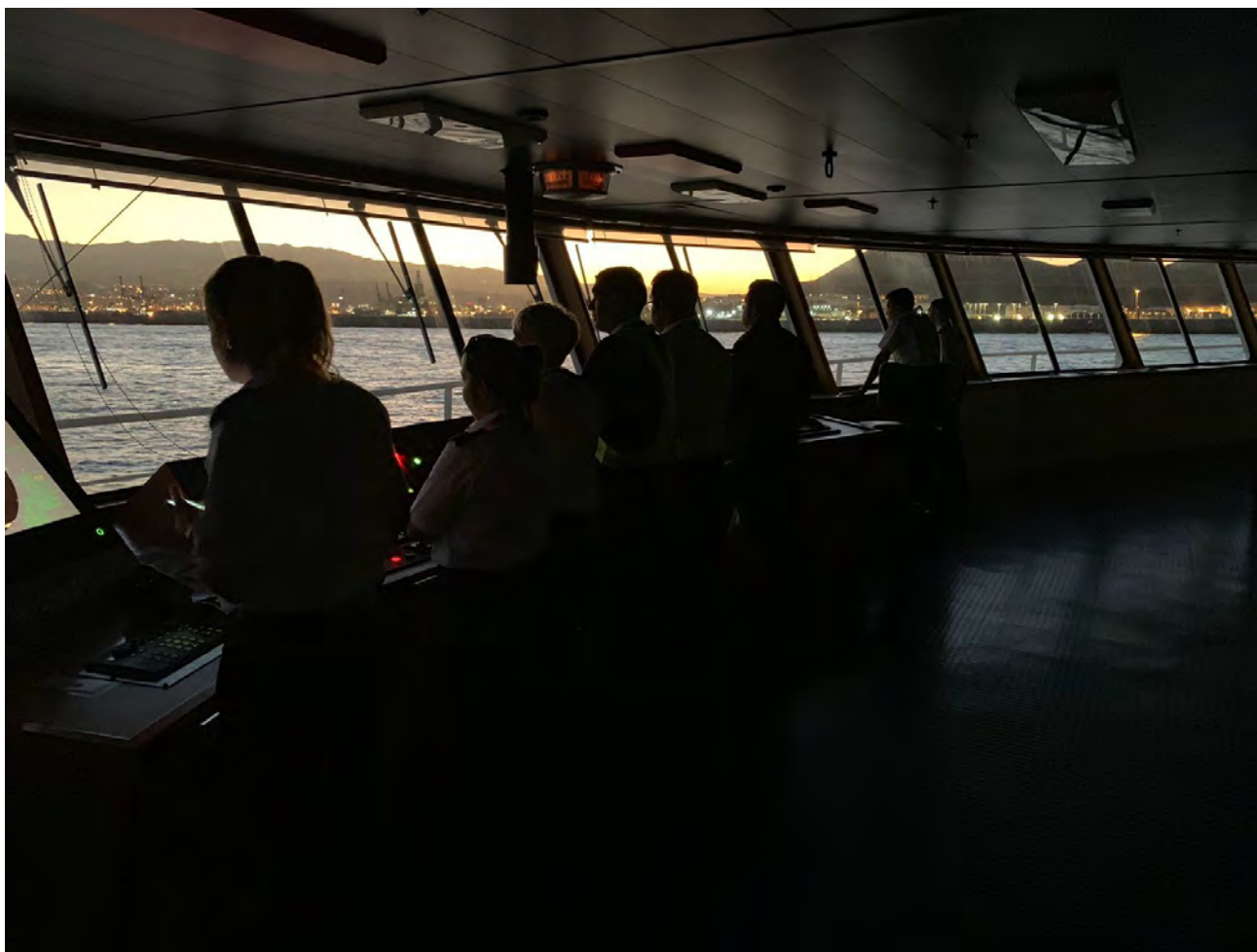


Figura 2. Maniobra de entrada a puerto en el puente de mando de un buque de prácticas.

REFERENCES

- [1] International Maritime Organization (IMO). (2017). Guidelines on the implementation of the International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW). London: IMO Publishing.
- [2] Tinoco-Giraldo, H., Torrecilla Sánchez, E. M., & García-Peñalvo, F. J. (2020). E-mentoring in higher education: A structured literature review and implications for future research. *Sustainability*, 12(11), 4344. <https://doi.org/10.3390/su12114344>
- [3] Gamage, K. A. A. (2021). Mentoring and coaching as a learning technique in higher education. *Journal of University Teaching and Learning Practice*, 18(7), 14–25. <https://files.eric.ed.gov/fulltext/EJ1317575.pdf>
- [4] Le, H. G. (2024). The benefits of peer mentoring in higher education. *Journal of Learning Development in Higher Education*, 1–13. <https://journal.aldinhe.ac.uk/index.php/jldhe/article/view/1159>
- [5] Crespi, P., Guitart, M. E., & Martínez, M. (2023). Mentoring impact on the transversal competence's development. *Frontiers in Education*, 8, 1231399. <https://doi.org/10.3389/educ.2023.1231399>
- [6] Velasco Quintana, P., & Benito Capa, Á. (2011). Peer mentoring at the Universidad Europea de Madrid. *Higher Learning Research Communications*, 1(1), 4. <https://scholarworks.waldenu.edu/hlrc/vol1/iss1/4>
- [7] Solent University. (2019). Mentoring seafarers: Supporting professional and personal wellbeing in maritime careers. Southampton: Solent University Press. <https://www.solent.ac.uk/research-innovation-enterprise/documents/mentoring-seafarers-report-june-2019.pdf>
- [8] Kim, T. E., Sharma, A., Bustgaard, M., Gyldensten, W. C., Nymoen, O. K., Tusher, H. M., & Nazir, S. (2021). The continuum of simulator-based maritime training and education. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 20(2), 135–150. <https://doi.org/10.1007/s13437-021-00242-2>
- [9] Nabi, G., Holden, R., & Walmsley, A. (2025). The impact of mentoring in higher education on student career development: A review of 73 papers (1986–2023). *Studies in Higher Education*, 50(4), 712–731. <https://doi.org/10.1080/03075079.2024.2354894>

Dictado reflexivo como metodología activa para el aprendizaje competencial en Biología y Geología en la Educación Secundaria Obligatoria

José María Morales de Francisco^a, María Luisa Calatayud Estrada^b y Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites^c

^aDepartamento de Didácticas Específicas, Facultad de Ciencias de la Educación, 35004 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

^bDepartamento de Investigación y Psicología en Educación. Facultad de Educación, 28040 Universidad Complutense de Madrid, España

^cDepartamento de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingeniero Industriales y Civiles, 35017 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

ABSTRACT

El dictado reflexivo se plantea como una estrategia didáctica que integra escritura, escucha activa, recuperación del conocimiento y metacognición, orientada a favorecer un aprendizaje profundo y competencial en Biología y Geología de 1.º de ESO. Este trabajo presenta una propuesta metodológica estructurada en cinco fases —activación, dictado comentado, revisión, reescritura y metarreflexión— que articulan distintos niveles cognitivos de la taxonomía revisada de Bloom y promueven la autorregulación del aprendizaje. El artículo expone los fundamentos teóricos, el diseño de la secuencia didáctica y los instrumentos de evaluación propuestos, destacando su potencial para desarrollar competencias comunicativas, científicas y metacognitivas. Se trata de un estudio de naturaleza metodológica, sin carácter experimental, cuyo objetivo es describir un modelo didáctico fundamentado y replicable que sienta las bases para futuras validaciones empíricas en contextos de enseñanza de las ciencias.

Keywords: dictado reflexivo, recuperación activa, biología y geología, metacognición, aprendizaje significativo

1. INTRODUCCIÓN

La asignatura de Biología y Geología en 1.º de Educación Secundaria Obligatoria [1] contribuye al desarrollo del pensamiento científico, la indagación del medio natural y la comprensión del impacto de la actividad humana sobre el entorno, en consonancia con los objetivos generales de etapa y las competencias clave definidas por la LOMLOE. El currículo enfatiza la observación, el análisis crítico de fenómenos naturales y la aplicación de conocimientos a situaciones cotidianas como elementos esenciales para una alfabetización científica funcional y contextualizada.

Esta orientación implica no solo la adquisición de contenidos específicos, sino también el fomento de la autonomía en la construcción y comunicación del conocimiento. En particular, se recoge como competencia específica del Bloque 1 la capacidad para «interpretar y transmitir información científica mediante distintos formatos —como tablas, esquemas, gráficos o modelos visuales—», lo que favorece la organización del contenido, la identificación de patrones y la conexión entre conceptos [1].

En este contexto, el dictado reflexivo se plantea como una estrategia didáctica integradora que combina escritura guiada, escucha activa, reflexión metacognitiva y representación visual. Al articular el lenguaje verbal con estructuras gráficas, esta metodología promueve una comprensión más profunda de los contenidos científicos y refuerza procesos cognitivos clave para el aprendizaje autónomo.

El presente trabajo describe una propuesta metodológica para la aplicación del dictado reflexivo en el aula de Biología y Geología, tomando como referencia el saber básico del Bloque II del currículo de 1.º de ESO, centrado en las propiedades

Información adicional del autor: (Enviar correspondencia a A.A.A.)

A.A.A.: E-mail: jose.morales@ulpgc.es, Teléfono: +34 (928) 45-89-27

de minerales y rocas y su relación con la vida cotidiana. No se trata de un estudio experimental, sino de un diseño didáctico fundamentado en la psicología cognitiva, la metacognición y el aprendizaje competencial, que busca ofrecer un modelo replicable y transferible a distintos contextos educativos.

2. METODOLOGÍA

2.1. Alcance de la contribución

Esta contribución se circunscribe a la descripción y justificación didáctica del dictado reflexivo como metodología activa en Biología y Geología. No constituye un estudio empírico con hipótesis contrastadas ni grupo control; su objetivo es documentar el diseño, los fundamentos cognitivos y competenciales, y ofrecer una guía replicable para su implementación de aula, preparatoria de futuras fases de validación.

2.2. Diseño general de la estrategia

La estrategia didáctica se fundamenta en el uso del dictado reflexivo como herramienta metodológica orientada a promover la comprensión significativa de los contenidos científicos en Educación Secundaria Obligatoria, en línea con los planteamientos del aprendizaje significativo y la alfabetización científica escolar [4–6]. Esta propuesta se articula en torno a una situación de aprendizaje vinculada a la indagación sobre las características y propiedades de los minerales y rocas más relevantes, así como sus aplicaciones más frecuentes en la vida cotidiana, tal como establece el currículo de Biología y Geología de 1.º de ESO [1].

La secuencia didáctica se estructura en cinco fases progresivas: activación de conocimientos previos, dictado comentado, revisión compartida, reescritura comprensiva y metareflexión. Cada fase activa distintos procesos cognitivos relacionados con la atención sostenida, la memoria de trabajo, la codificación profunda y la metacognición [2, 3, 7, 9–11]. Esta organización permite integrar la escritura, la representación visual y la reflexión crítica como elementos vertebradores del aprendizaje de las ciencias [12–14].

Esta secuencia didáctica puede ponerse en relación con los niveles cognitivos de la taxonomía de Bloom revisada por Anderson y Krathwohl [15]. Las fases iniciales movilizan procesos de evocación, comprensión y aplicación, mientras que las fases finales favorecen la creación, el análisis y la evaluación del propio aprendizaje. Así, el dictado reflexivo permite transitar desde niveles básicos de procesamiento de la información hacia niveles superiores, consolidando un aprendizaje significativo y competencial, tal como se representa en la Figura 1.

Desde un enfoque cognitivo, el dictado reflexivo activa simultáneamente procesos de percepción auditiva, coordinación visomotriz (ojo–mano), memoria de trabajo, codificación profunda en la memoria a largo plazo y evocación activa del conocimiento. La información recibida a través del canal auditivo se mantiene en la memoria de trabajo mientras se transforma en texto escrito, lo que requiere un procesamiento lingüístico fonológico y semántico constante (Figura 2). Esta evocación no es meramente pasiva, sino que se articula como una práctica de recuperación (*retrieval practice*), en la que el alumnado debe recordar con esfuerzo información previamente adquirida sin disponer de apoyo externo inmediato. Este tipo de recuperación activa, descrita como una de las estrategias más eficaces para consolidar el aprendizaje a largo plazo, refuerza la codificación semántica y fortalece los trazos mnésicos mediante su activación reiterada [16–18]. Además, durante el dictado comentado, se estimulan procesos metacognitivos asociados al control ortográfico, la supervisión del significado y la coherencia del discurso, lo que convierte la estrategia en un entorno natural de evaluación y autoevaluación continua.

2.3. Fase 1: Activación de ideas previas

La fase inicial tiene como objetivo generar una base de partida compartida que conecte el nuevo contenido con las experiencias, percepciones e intuiciones del alumnado. Para ello, se inicia la sesión con la visualización de una serie de imágenes proyectadas: una encimera de granito, una joya de amatista, un adoquín de basalto y un bote de crema con «caolín» en la etiqueta. A partir de estas imágenes, se plantea la pregunta generadora: «¿En qué se parecen y en qué se diferencian estos objetos?»

La conversación se orienta hacia la identificación de materiales naturales y artificiales, su origen, textura, color, dureza, o aplicaciones prácticas. El docente recoge en la pizarra las ideas expresadas, sin emitir juicios, para visibilizar la diversidad de conocimientos previos y establecer puntos de anclaje.

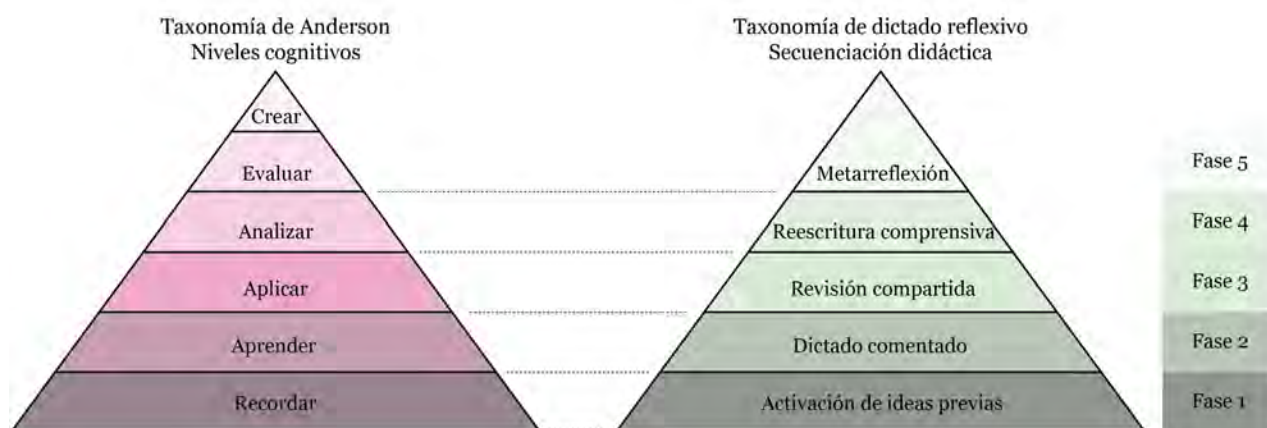


Figura 1: Comparación entre la taxonomía revisada de Anderson y Krathwohl [15] (izquierda), organizada en niveles cognitivos, y la secuenciación didáctica propuesta en el dictado reflexivo (derecha), estructurada en cinco fases progresivas. Las líneas discontinuas indican la correspondencia funcional entre ambas estructuras, sin implicar equivalencia literal.

Se introducen términos clave como «mineral», «roca» o «aplicación industrial» a través del diálogo, y se vinculan a experiencias cotidianas del alumnado. Esta fase, situada en los niveles cognitivos de «recordar» y «comprender» [15], permite activar la memoria semántica, contextualizar el contenido y crear una expectativa significativa sobre lo que se va a aprender.

2.4. Fase 2: Dictado comentado

A continuación, se propone la realización de un dictado de un breve texto que recoja información básica sobre los minerales. El texto puede ser elaborado por el docente y adaptado al nivel competencial del grupo. Se sugiere dictarlo en fragmentos breves de dos o tres frases, con pausas planificadas para comentar o aclarar términos, e incluso para conectar con lo expresado en la fase anterior. Estas pausas permitirían introducir y contextualizar vocabulario específico del ámbito científico. El docente podría apoyarse en ejemplos visuales o analogías sencillas para facilitar la comprensión del léxico técnico y comprobar su asimilación mediante preguntas orales antes de continuar.

Ejemplo de fragmento dictado: «Los minerales son materiales sólidos que se encuentran en la naturaleza. Cada mineral tiene unas propiedades características que lo hacen único, como el color, el brillo o la dureza.»

Tras la lectura de este fragmento, el docente plantea preguntas al grupo para asegurar la comprensión: «¿A qué nos referimos cuando hablamos de dureza? ¿Qué tipo de mineral crees que se rompe con facilidad?» Se apoya la explicación con una pequeña tabla en la pizarra, que relaciona el nombre de tres minerales conocidos (cuarzo, talco, mica) con su color y dureza estimada.

Durante esta fase, el alumnado copia el fragmento en su cuaderno y puede subrayar las palabras que considere importantes. El ritmo del dictado se ajusta en función de la participación, y se da espacio para la expresión oral del alumnado, incorporando breves comentarios, dudas o asociaciones. Esta fase activa los procesos de «comprender» y «aplicar» de la taxonomía revisada [15], promoviendo la escucha activa y la construcción colectiva del significado.

2.5. Fase 3: Revisión compartida

Una vez finalizado el dictado, se propone proyectar el texto completo en la pizarra digital para que el alumnado pueda compararlo con su propia transcripción. Esta revisión no se limitaría a la ortografía o caligrafía, sino que se centraría en los aspectos semánticos y conceptuales del contenido trabajado.

El grupo identifica posibles errores de interpretación, omisiones o términos copiados incorrectamente, y se abre un breve diálogo sobre el significado de ciertas expresiones. Por ejemplo, si un alumno ha escrito «material duro y brillante» como «metal», se puede analizar colectivamente si todos los minerales brillantes son metales y si esa asociación es válida.

Se fomenta el trabajo por parejas o pequeños grupos para comparar versiones y justificar las elecciones lingüísticas y de contenido. Esta actividad favorece la metacognición, ya que el alumnado toma conciencia de su forma de escuchar, escribir y comprender.

Esta fase moviliza los niveles cognitivos de «analizar» y «evaluar» [15], al permitir contrastar, justificar y revisar el propio proceso de aprendizaje desde una perspectiva crítica y colaborativa.

2.6. Fase 4: Reescritura comprensiva

En esta fase, el alumnado reelabora el contenido del dictado desde una perspectiva personal, reformulando con sus propias palabras lo que ha comprendido. Esta reescritura puede adoptar distintas formas: un párrafo redactado, un esquema conceptual, un mapa de ideas o una combinación de texto y elementos gráficos. La finalidad no es evaluar la fidelidad literal al texto original, sino valorar la capacidad para reorganizar y reinterpretar la información desde un enfoque significativo.

Por ejemplo, tras trabajar el concepto de dureza, un alumno puede escribir: «Los minerales se diferencian por su color y por lo fácil o difícil que es rayarlos. El talco se raya muy fácil, pero el cuarzo no.» Otro puede elaborar un esquema en el que clasifica minerales según su brillo (metálico o no metálico) y su uso (ornamental, industrial, cotidiano).

Se favorece el uso de dibujos, flechas, tablas, colores y símbolos como recursos para estructurar la información. El docente ofrece modelos opcionales, pero también deja libertad de representación. Esta fase estimula el pensamiento creativo, la autonomía y la consolidación de los aprendizajes clave.

Desde el punto de vista cognitivo, esta actividad implica los niveles de «aplicar», «crear» y «organizar» de la taxonomía de Anderson y Krathwohl [15], al requerir una transformación activa de la información recibida en un producto propio, contextualizado y transferible.

2.7. Fase 5: Metarreflexión

Esta última fase tiene como objetivo promover la toma de conciencia sobre el proceso de aprendizaje, así como generar una actitud de autoevaluación crítica y constructiva. Para ello, el docente puede plantear al alumnado una pregunta final abierta, que podría responderse de forma oral o escrita: «¿Qué he aprendido hoy que antes no sabía?» o «¿Qué ha sido lo más interesante o sorprendente de la sesión?»

Podrían esperarse respuestas del tipo: «No sabía que el talco era tan blando» o «Me sorprendió que los minerales estén en objetos tan comunes como una encimera o una crema», entendidas como ejemplos hipotéticos de reflexión metacognitiva.

Algunas respuestas recogidas en el aula han sido: «No sabía que el talco era tan blando, pensaba que todos los minerales eran duros» o «Me sorprendió que los minerales estén en objetos tan comunes como una encimera o una crema».

El docente puede registrar las respuestas como parte de un diario de aula, o promover una breve puesta en común donde se verbalicen aprendizajes y dificultades. También se puede ofrecer al alumnado la posibilidad de autoevaluarse mediante diana de evaluación.

Desde el punto de vista cognitivo, esta fase se sitúa en el nivel de «evaluar» [15], al implicar un juicio personal sobre el propio aprendizaje, su significado y su aplicabilidad futura. Además, este nivel puede transitar hacia el de «crear» cuando el alumnado reorganiza y expresa lo aprendido en nuevas formas personales, como esquemas, mapas conceptuales o formulación de ejemplos propios. Este tipo de actividades implican un control consciente del proceso de pensamiento y constituyen una manifestación del metaconocimiento [9, 19].

2.8. Ámbito y limitaciones

Este trabajo se desarrolla en el marco del diseño teórico de una secuencia didáctica destinada al alumnado de 1.º de ESO, centrada en el bloque de propiedades de minerales y rocas del currículo de Biología y Geología. No se ha llevado a cabo una implementación empírica de la propuesta ni se han recogido datos de aula, por lo que las consideraciones aquí expuestas deben entenderse como una proyección metodológica y no como resultados derivados de la práctica docente.

Entre las principales limitaciones de esta fase conceptual se encuentran la ausencia de aplicación en contextos reales, la falta de contraste con otras metodologías y la imposibilidad de establecer indicadores cuantitativos o de fiabilidad interevaluador. Estos aspectos se contemplan como líneas de trabajo futuras, orientadas a la validación empírica del modelo, a su contraste con estrategias didácticas alternativas y a la valoración de su impacto en la adquisición de competencias científicas y metacognitivas.

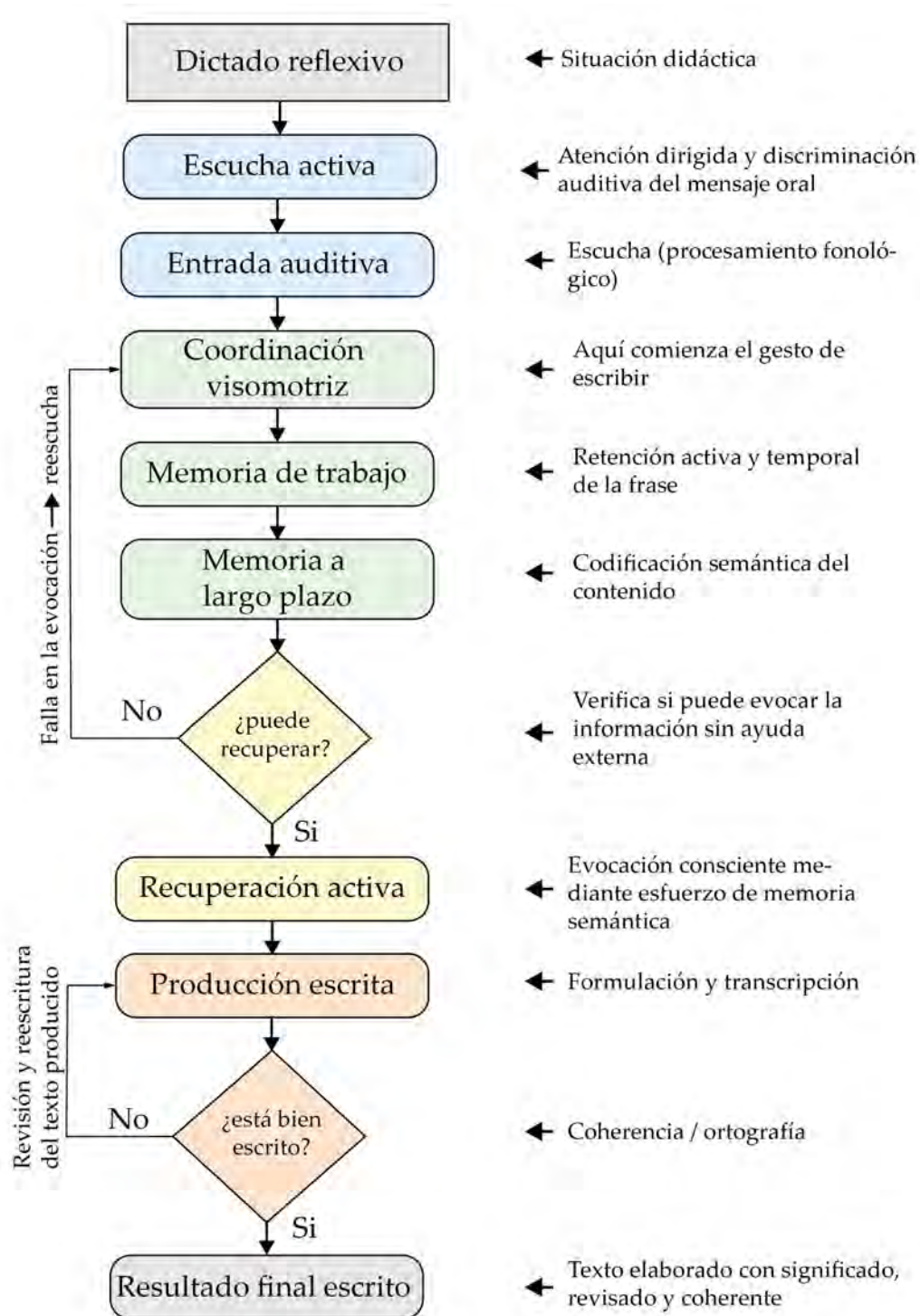


Figura 2: Diagrama de flujo de los procesos cognitivos implicados en el dictado reflexivo. Cada etapa activa operaciones relacionadas con la percepción auditiva, la memoria de trabajo y la memoria a largo plazo, desencadenando una recuperación activa que culmina en la producción escrita. Las decisiones metacognitivas de revisión refuerzan el aprendizaje significativo mediante procesos de retroalimentación interna.

3. EVALUACIÓN

En coherencia con el carácter metodológico de esta contribución, el presente trabajo no incluye una aplicación empírica de los instrumentos de evaluación, sino una propuesta de herramientas potencialmente adecuadas para valorar el impacto del dictado reflexivo en futuras fases de implementación. Su finalidad es ofrecer un marco orientativo para la recogida de evidencias que combinen la observación cualitativa, la autoevaluación del alumnado y la evaluación competencial del proceso de aprendizaje.

Los instrumentos propuestos, descritos en el Cuadro 1, se presentan como recursos teóricos que podrían emplearse para analizar el desarrollo y los resultados del dictado reflexivo en distintos contextos de aula. Permitirían, en una fase posterior de validación empírica, triangular la información procedente de diferentes fuentes (observación docente, producciones escritas, autoevaluaciones) y obtener una visión más completa del aprendizaje competencial y metacognitivo del alumnado.

Cuadro 1: Instrumentos de evaluación propuestos para futuras aplicaciones del dictado reflexivo.

Instrumento	Descripción y finalidad propuesta
Rúbrica de evaluación	Permitirá valorar, en futuras fases, la coherencia del discurso, el uso del lenguaje científico y la organización textual del alumnado en la Fase 4 (reescritura comprensiva).
Diana de autoevaluación	Servirá para promover la reflexión metacognitiva del alumnado en la Fase 5 (metarreflexión), mediante la representación visual de los niveles de logro alcanzados.
Cuaderno de aula	Podrá emplearse como fuente de evidencias escritas durante el desarrollo de la secuencia, especialmente en las Fases 2 (dictado comentado) y 3 (revisión compartida).
Portafolio	Permitirá recopilar, de manera longitudinal, las producciones elaboradas a lo largo de las cinco fases del dictado reflexivo (esquemas, reescrituras, autoevaluaciones, reflexiones).

Los instrumentos recogidos en la Tabla 1 no fueron aplicados en esta fase inicial, pero constituyen una base conceptual sobre la que diseñar futuras estrategias de evaluación. Su desarrollo permitirá, en posteriores investigaciones, analizar la coherencia entre las evidencias observables y los objetivos competenciales del currículo de Biología y Geología, así como valorar la fiabilidad de los indicadores de logro asociados al aprendizaje metacognitivo y científico.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Esta sección presenta una proyección teórica de los posibles efectos didácticos del dictado reflexivo en Biología y Geología, no resultados empíricos derivados de una intervención real. Su propósito es anticipar los beneficios esperables de la metodología, en coherencia con los fundamentos cognitivos, metacognitivos y competenciales que sustentan la propuesta. De este modo, el presente trabajo se enmarca en una fase de diseño metodológico cuyo fin es ofrecer una estructura replicable y teóricamente fundamentada para futuras aplicaciones en aula.

En esta línea, se describen los efectos didácticos hipotéticos que podrían observarse en una futura implementación de la secuencia, entendidos como indicadores potenciales del impacto de la metodología sobre la atención, la comprensión y la organización del conocimiento científico.

En primer lugar, se prevé que la dinámica del dictado reflexivo genere un ambiente de silencio sostenido y una disposición activa hacia la tarea, condiciones que favorecerían la concentración y la comprensión de los fragmentos dictados. Este entorno de baja interferencia auditiva facilitaría la escucha atenta y la preparación cognitiva para el procesamiento de la información.

Asimismo, es esperable un aumento en los niveles de atención mantenida y una mayor organización del contenido por parte del alumnado, mediante esquemas, subrayados o anotaciones jerárquicas. Estas producciones, teóricamente, reflejarían un esfuerzo por representar gráficamente las relaciones conceptuales y favorecer la recuperación posterior del conocimiento.

Otro de los efectos previsibles sería el fomento de interacciones significativas entre alumnado y docente. Las pausas planificadas durante el dictado podrían propiciar la formulación de preguntas, aclaraciones terminológicas y ejemplos compartidos, generando espacios de construcción colectiva del significado científico.

De igual modo, la secuencia del dictado reflexivo tendería a provocar vínculos entre los contenidos trabajados y experiencias cotidianas, contribuyendo a la contextualización del aprendizaje. Esta conexión entre lo académico y lo experiencial consolidaría el aprendizaje significativo y la alfabetización científica funcional.

También se espera que el profesorado incorpore representaciones gráficas complementarias, como esquemas, tablas comparativas, diagramas o mapas conceptuales, que el alumnado pueda reproducir o reinterpretar, reforzando la dimensión visual del aprendizaje. Esta integración de texto y representación gráfica permitiría activar simultáneamente los canales verbal y espacial, potenciando la codificación dual y la retención de la información.

Cuadro 2: Efectos didácticos esperables tras la aplicación del dictado reflexivo en Biología y Geología (1.º ESO)

Categoría	Descripción del efecto esperado
Atención sostenida	La metodología favorecería la concentración y la escucha activa durante la actividad de dictado reflexivo.
Organización del contenido	El alumnado tendería a estructurar la información mediante esquemas, subrayados y anotaciones jerárquicas.
Activación del conocimiento previo	Se prevé la generación de conexiones entre el contenido trabajado y experiencias cotidianas.
Interacción significativa	Las pausas y comentarios del docente podrían estimular el diálogo y la reflexión colectiva sobre el contenido científico.
Contextualización científica	El alumnado integraría ejemplos del entorno cotidiano como anclaje para los conceptos disciplinares.
Representación visual	El uso de esquemas y diagramas apoyaría la comprensión de estructuras y procesos naturales.
Integración multisensorial	La escritura, la escucha, el lenguaje oral y la representación visual convergerían en un mismo proceso de aprendizaje.

Dentro del contexto de Biología y Geología, la integración de lenguaje escrito y representación visual resultaría especialmente eficaz para comprender fenómenos complejos y jerarquías conceptuales. Las representaciones gráficas, elaboradas o reinterpretadas por el alumnado, constituirían una vía para organizar ideas, establecer relaciones funcionales y promover el pensamiento sistémico.

Estas prácticas, una vez implementadas y evaluadas empíricamente en futuras fases, podrían contribuir al desarrollo de competencias clave como la autonomía en el aprendizaje, la metacognición y la transferencia de conocimientos a contextos diversos. En consecuencia, los resultados aquí descritos deben entenderse como proyecciones teóricas orientadas a guiar futuras validaciones empíricas de la metodología propuesta.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El dictado reflexivo se plantea como una estrategia didáctica capaz de integrar comprensión, escritura, representación gráfica y reflexión crítica en el aprendizaje de las ciencias. Su carácter estructurado y secuencial ofrece un marco coherente para promover procesos cognitivos de atención, codificación y recuperación activa, al tiempo que potencia la metacognición y la autorregulación del aprendizaje.

Desde el punto de vista competencial, la propuesta contribuye al desarrollo de la competencia en comunicación lingüística, la competencia digital y la competencia personal, social y de aprender a aprender, además de favorecer la conciencia científica y el pensamiento sistémico. Se alinea plenamente con el enfoque competencial de la LOMLOE, que promueve aprendizajes significativos, contextualizados y transferibles.

El presente trabajo debe entenderse como una contribución de naturaleza metodológica. No se han realizado mediciones cuantitativas ni comparaciones experimentales, ya que el objetivo principal es describir y fundamentar el diseño del dictado

reflexivo, sentando las bases para su futura validación empírica. Los efectos aquí descritos representan proyecciones teóricas derivadas del modelo cognitivo y didáctico propuesto.

En futuras fases de desarrollo se prevé la aplicación piloto del dictado reflexivo en distintos niveles educativos y centros, así como la recogida sistemática de datos mediante instrumentos validados que permitan valorar su impacto en la comprensión conceptual y en la autorregulación del aprendizaje. También se plantea la incorporación de indicadores cuantitativos y el análisis de la fiabilidad interevaluador de las rúbricas asociadas, con el fin de fortalecer la evidencia empírica del modelo.

Se recomienda la integración progresiva de esta metodología en otras áreas del currículo científico y humanístico, explorando su potencial para mejorar la alfabetización científica, la expresión escrita y la reflexión metacognitiva. El dictado reflexivo puede constituir, en definitiva, un instrumento de innovación pedagógica para avanzar hacia una enseñanza más reflexiva, competencial y significativa en Biología y Geología y en el conjunto de la Educación Secundaria.

Referencias

- [1] Gobierno de Canarias, “Decreto 30/2023, de 16 de marzo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias,” tech. rep., Gobierno de Canarias (2023). BOC n.º 54, 17 de marzo.
- [2] Par, L., “The relationship between reading strategies and reading achievement of the efl students,” *International Journal of Instruction* **13**, 223–238 (Apr. 2020).
- [3] Ramos Huacho, M. E., Vega Vilca, C. S., Rojas Espinoza, B. I., and Pilar Bueno, W. T., “Estrategias metacognitivas en el aprendizaje: Revisión sistemática,” *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación* **9**, 1514–1525 (feb. 2025).
- [4] Cicres, J. and Llach, S., “¿para qué sirven los dictados? representaciones de los futuros maestros de primaria,” *Didáctica. Lengua y Literatura* **31**, 47–63 (2019).
- [5] Graham, S., Cao, Y., Kim, Y.-S. G., Lee, J., Tate, T., Collins, P., Cho, M., Moon, Y., Chung, H. Q., and Olson, C. B., “Effective writing instruction for students in grades 6 to 12: a best evidence meta-analysis,” *Reading and Writing* **38**, 1–46 (Apr. 2024).
- [6] Kim, S. L. and Kim, D., “Empowering diverse learners: Integrating writing-to-learn strategies in a middle school science classroom in the u.s.,” *Education Sciences* **14**, 1031 (Sept. 2024).
- [7] Dehaene, S., [How We Learn: Why Brains Learn Better Than Any Machine... for Now], Penguin Publishing Group (2020).
- [8] Craik, F. I. M. and Tulving, E., “Depth of processing and the retention of words in episodic memory,” *Journal of Experimental Psychology: General* **104**, 268–294 (Sept. 1975).
- [9] Flavell, J. H., “Metacognition and cognitive monitoring: A new area of cognitive–developmental inquiry,” *American Psychologist* **34**, 906–911 (Oct. 1979).
- [10] Osses Bustingorry, S. and Jaramillo Mora, S., “Metacognición: un camino para aprender a aprender,” *Estudios Pedagógicos* **34**(1), 187–197 (2008).
- [11] Franzoi, L., Cembrani, V., Mulatti, C., and Treccani, B., “Retrieval practice enhances learning in real primary school settings, whether distributed or not,” *Frontiers in Psychology* **16** (Aug. 2025).
- [12] Yore, L. D., Hand, B. M., and Florence, M. K., “Scientists’ views of science, models of writing, and science writing practices,” *Journal of Research in Science Teaching* **41**, 338–369 (Mar. 2004).
- [13] Cassany, D., “Tras las líneas. sobre la lectura contemporánea,” *Revista Latinoamericana de Estudios del Discurso* **6**, 97–103 (Oct. 2006).
- [14] Farrell, M., Schönbeck, T., and Group, C. R., “Learning through writing: How effective is writing as a learning activity in different subjects?,” *Short Review*. **29** (2023).

- [15] Anderson, L. and Krathwohl, D., [*A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*], Longman (2001).
- [16] Karpicke, J. D. and Roediger, H. L., "The critical importance of retrieval for learning," *Science* **319**, 966–968 (Feb. 2008).
- [17] Bates, G. and Shea, J., "Retrieval practice "in the wild": Teachers' reported use of retrieval practice in the classroom," *Mind, Brain, and Education* **18**, 249–257 (June 2024).
- [18] Corral, D. and Carpenter, S. K., "Effects of retrieval practice on retention and application of complex educational concepts," *Learning and Instruction* **100**, 102219 (Dec. 2025).
- [19] Zohar, A. and Barzilai, S., "A review of research on metacognition in science education: current and future directions," *Studies in Science Education* **49**, 121–169 (Sept. 2013).

Inteligencia artificial y género: factores que impulsan o frenan el uso de ChatGPT en la universidad

Alicia Bolívar-Cruz^a[0000-0003-2765-527X] y Domingo Verano-Tacoronte^{*a}[0000-0001-7612-4147]

^aUniversidad de Las Palmas de Gran Canaria. Departamento de Economía y Dirección de Empresas.
Campus de Tafira.

RESUMEN

Este trabajo analiza la adopción de ChatGPT por parte del estudiantado universitario y sus implicaciones para la innovación docente. Se propone un modelo basado en la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología, ampliado con la ansiedad ante la inteligencia artificial generativa y con el género como factores explicativos. Se aplicó un cuestionario que midió la expectativa de esfuerzo, la expectativa de rendimiento, las condiciones facilitadoras, la influencia social, la ansiedad y la intención de uso, junto a variables demográficas. La muestra incluye 407 estudiantes de universidades públicas españolas. Se evaluó la fiabilidad de las escalas, se estimaron las diferencias por género mediante pruebas t y se analizó la intención de uso con regresión lineal. Los resultados muestran que la expectativa de esfuerzo y de rendimiento, así como la influencia social se asocian positivamente con la intención de uso; en cambio, la ansiedad se relaciona de forma negativa con la intención de uso. Se observan diferencias por género: en mujeres, la ansiedad predice de forma negativa y significativa la intención de uso; en hombres, no resulta significativa, aunque el patrón de utilidad, esfuerzo e influencia social mantiene efectos positivos en ambos grupos. A partir de estos hallazgos se proponen implicaciones prácticas. Así, se ha de proporcionar formación específica para elevar la utilidad percibida, así como sobre aspectos éticos y técnicos para reducir la ansiedad. Asimismo, se recomienda intensificar el apoyo por parte de las instituciones y el profesorado, así como el rediseño de la evaluación hacia los procesos. El diagnóstico ofrece evidencias para integrar ChatGPT en la docencia universitaria de forma responsable y efectiva.

Palabras clave: Inteligencia artificial generativa, educación superior, estudiantes, UTAUT, ansiedad, género

1. INTRODUCCIÓN

Las herramientas de inteligencia artificial generativa (IAG) como ChatGPT están generando una rápida transformación de la enseñanza superior. Estas tecnologías desafían las prácticas académicas tradicionales introduciendo capacidades que van mucho más allá de las innovaciones anteriores [1]. A diferencia de herramientas anteriores, su influencia no se limita a ayudar en tareas aisladas, sino que tienen el potencial de remodelar fundamentalmente las relaciones pedagógicas, las estrategias educativas e incluso las funciones básicas asociadas al puesto de profesor universitario [2]. Este poder transformador obliga a las universidades a reconsiderar cómo se integra la tecnología en el proceso de enseñanza-aprendizaje, lo que presenta tanto oportunidades como retos para el profesorado [3].

El desconocimiento, la inexperiencia en el uso, el temor al mal uso de estas herramientas y la falta de políticas que orienten la acción de profesores y estudiantes han generado preocupación entre los responsables de centros educativos y profesores. El hecho de que algunos modelos avanzados puedan superar exámenes de nivel universitario de manera solvente, superando a la mayoría de los estudiantes del curso, no contribuye a tranquilizar a profesores ni a estudiantes.

En este trabajo se presenta un análisis diagnóstico que pretende orientar futuras acciones de innovación educativa en el aula. En este trabajo, a través de la Teoría Unificada de Aceptación y Uso de la Tecnología (UTAUT) [4–6] se analiza la adopción de la inteligencia artificial generativa por parte de los estudiantes para la realización de actividades académicas.

El trabajo introduce el impacto de la inteligencia artificial generativa (IAGen) en la educación superior y presenta oportunidades y riesgos de uso de ChatGPT en docencia. A continuación, plantea un modelo basado en la UTAUT ampliado con ansiedad y género. En el apartado metodológico describe el instrumento, muestra y procedimiento de encuesta a estudiantes universitarios, y el análisis estadístico. Una vez analizados los resultados descriptivos y contrastes

* domingo.verano@ulpgc.es

por género, y modelos de regresión para intención de uso, cierra con discusión, implicaciones prácticas y recomendaciones para la integración responsable de la IAGen en la docencia.

1.1. Oportunidades y amenazas de la IAGen en el entorno educativo

La IAGen puede ser una oportunidad para enseñar a los estudiantes de una manera diferente. El potencial de ChatGPT y similares presenta interesantes oportunidades para la educación. El mundo académico debe seguir pasando de la transferencia unidireccional de conocimientos a un desarrollo activo de competencias, experiencia, habilidades sociales y agilidad tecnológica. La adquisición de estas competencias ha sido fuertemente defendida en el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior como forma de incrementar la empleabilidad de los futuros egresados. La IAGen puede ayudar a los estudiantes de las siguientes formas [7]:

- Las aplicaciones de IAGen pueden impulsar la familiaridad de los estudiantes y futuros profesionales con estas herramientas. Los diferentes sectores se mueven con rapidez y las nuevas tecnologías los empujan a seguir innovando. Los profesores universitarios deberían estar entre los primeros facilitadores de las nuevas tecnologías a medida que surgen y enseñar a sus estudiantes a utilizarlas adecuadamente (técnica y éticamente).
- Esta tecnología puede ayudar a los educadores a preparar y revisar las sesiones de clase proporcionándoles recursos adicionales o ayudándoles a crear contenidos educativos atractivos que puedan suponer una mejor experiencia de aprendizaje para los alumnos. La incorporación de tecnologías como ChatGPT tiene el potencial de desarrollar materiales escritos previamente validados, incluidos guiones, ejemplos, preguntas de pruebas o incluso análisis de casos para debatir en clase.
- La IAGen puede asesorar a los estudiantes sin limitaciones de tiempo, explicando materias complejas de varias formas diferentes, preparando pruebas de autoevaluación o generando materiales de apoyo que faciliten la adquisición de competencias. Asimismo, permite la personalización del aprendizaje adaptando los niveles de exigencia a las capacidades de los estudiantes.
- ChatGPT podría utilizarse para mejorar el compromiso en el aprendizaje en línea aumentando la motivación de los estudiantes en sesiones o actividades asíncronas. También puede enviar instrucciones y comentarios automáticos pero personalizados a través de plataformas online para ayudar a los estudiantes a no desvincularse del curso (aumentando aún más su compromiso con el mismo).

Es comprensible que a los educadores les preocupen los riesgos de esta nueva tecnología para la enseñanza y la evaluación de los alumnos. Lo novedoso genera cierto miedo o ansiedad y, más cuando, como en este caso, parece que los resultados de ChatGPT son fácilmente confundibles con los que produciría un humano. Algunos ejemplos de preocupaciones son los siguientes [7]:

- Plagio o uso fraudulento en contenidos escritos reflejados en trabajos, ensayos, pruebas y cuestionarios; identificación y manejo de comportamientos poco éticos en los contenidos de los estudiantes; y promoción de la investigación ética con el uso de fuentes de información fiables y válidas. La posibilidad de que, con unas instrucciones relativamente sencillas, una persona pueda generar un texto de diferentes características, desde correos electrónicos relativamente sencillos hasta ensayos sobre las más diferentes temáticas (incluso poesía o programación), genera diferentes inquietudes. La más evidente de ellas es el fraude académico.
- Los sesgos, limitaciones e inexactitudes a la hora de elaborar respuestas sobre determinados temas, que podrían afectar negativamente al proceso de aprendizaje y a los objetivos de los alumnos y perpetuar estereotipos y otras informaciones erróneas.
- La excesiva confianza de los estudiantes en la IAGen, que les hace perder importantes oportunidades de aprendizaje y de adquisición de competencias, como puede ser el pensamiento crítico, la resolución de problemas, las técnicas de investigación adecuadas y la interacción con educadores y compañeros.
- La evaluación injusta o inexacta del trabajo de los estudiantes mediante IAGen debido a su incapacidad para estimar la creatividad y la originalidad, entre otras habilidades blandas.

2. LA ADOPCIÓN DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL GENERATIVA DESDE EL ENFOQUE DE LA TEORÍA UNIFICADA DE LA ACEPTACIÓN DE TECNOLOGÍA

La adopción de la tecnología en la educación se ha estudiado a lo largo del tiempo utilizando diversos modelos, como el Modelo de Aceptación de la Tecnología (TAM) [8] o el modelo de la Teoría Unificada de la Aceptación y el Uso de la Tecnología (UTAUT) [5, 6], e incluso se han desarrollado diferentes variantes de cada uno de ellos. Básicamente, estas teorías afirman que la intención de uso viene determinada por la evaluación racional de las expectativas generadas por la adopción de la tecnología en cuestión. Del mismo modo, la literatura muestra que la intención de uso es uno de los predictores de la utilización de la tecnología, también en el ámbito educativo [9, 10]. Este trabajo se basa en la UTAUT. UTAUT explica la adopción de la tecnología basándose en una serie de determinantes, como la expectativa de rendimiento, la expectativa de esfuerzo, las condiciones facilitadoras y la influencia social. Se seleccionó el UTAUT para este estudio debido a su solidez, validez y fiabilidad a la hora de medir los niveles de aceptación de la tecnología por parte de los estudiantes [10]. Además, las amplias aplicaciones del UTAUT en diversos campos, incluida la educación, lo convierten en un medio adecuado para examinar la percepción de los estudiantes sobre las herramientas GenAI para el aprendizaje.

Asimismo, y siguiendo las recomendaciones de la literatura [11, 12], UTAUT puede complementarse con aspectos emocionales que pueden influir en la decisión de adoptar una determinada tecnología. En este caso, se ha incorporado la ansiedad que puede experimentar el estudiante ante el uso de la IAGen.

2.1. Expectativa de esfuerzo

La expectativa de esfuerzo se define como el grado en que los individuos perciben una tecnología como fácil de usar. En el contexto de este estudio, la expectativa de esfuerzo se refiere al grado en que los estudiantes perciben ChatGPT como una herramienta accesible y fácil de usar que puede integrarse perfectamente en sus prácticas académicas. Describe el grado en que los estudiantes creen que ChatGPT es fácil de usar y requiere poco esfuerzo para interactuar con él. Esto incluye una evaluación de la complejidad del sistema, la facilidad o dificultad percibida de su funcionamiento y la cantidad de esfuerzo necesario para utilizar eficazmente ChatGPT en un entorno educativo. La importancia de la expectativa de esfuerzo en la influencia de la intención de uso ha sido destacada por investigaciones anteriores [10]. A partir de estos argumentos, se propone la siguiente hipótesis:

H1: La expectativa de esfuerzo tiene un impacto directo y significativo en la intención de uso de ChatGPT.

2.2. Expectativa de rendimiento

La expectativa de rendimiento se define como el grado en que el uso de la tecnología proporcionará beneficios a los usuarios al realizar determinadas actividades. En este trabajo se refiere al grado en que los estudiantes creen que el uso de ChatGPT les ayudaría a obtener beneficios y aumentar las oportunidades, los logros y la productividad en sus actividades académicas [5]. Es el grado en que los estudiantes creen que el uso de ChatGPT mejorará su rendimiento académico y su productividad. Investigaciones recientes también han observado que esta variable es un predictor significativo de las intenciones de comportamiento para utilizar herramientas de IAGen en entornos educativos [13, 14]. La utilidad de las herramientas de IAGen, concretamente ChatGPT, se aprecia plenamente en función del grado en que cumple las expectativas de los usuarios [2]. Por lo tanto, se formula la siguiente hipótesis:

H2: La expectativa de rendimiento tiene un impacto directo y significativo en la intención de uso de ChatGPT.

2.3. Influencia social

La influencia social se refiere al grado en que un individuo percibe que las personas que son importantes para él (es decir, compañeros de trabajo, familiares o amigos) piensan que debería utilizar una tecnología concreta [6]. Numerosos estudios han demostrado que la influencia social desempeña un papel fundamental a la hora de determinar la intención conductual de los usuarios de adoptar la tecnología en la educación. En el presente trabajo se refiere a la medida en que los estudiantes creen que sus compañeros, profesores u otros miembros influyentes de su entorno social les apoyan o animan a utilizar ChatGPT. Esto ha sido respaldado por estudios empíricos que demuestran que la influencia social

influye en la intención conductual de un individuo de utilizar tecnologías [13, 14]. Partiendo de estos argumentos, se formula la hipótesis:

H3: La influencia social tiene un impacto directo y significativo en la intención de uso de ChatGPT.

2.4. Condiciones facilitadoras

Las condiciones facilitadoras se refieren al grado en que un individuo percibe que dispone de los recursos y el apoyo necesarios para utilizar una tecnología concreta de forma eficaz [6]. En este estudio, las condiciones facilitadoras se refieren a la medida en que los estudiantes creen que tienen un acceso adecuado a ChatGPT (versiones gratuitas y de pago) y los conocimientos y recursos necesarios para utilizar ChatGPT de forma eficaz en su aprendizaje. Por ello se propone la siguiente hipótesis:

H4: Las condiciones facilitadoras tienen un impacto directo y significativo en la intención de uso de ChatGPT.

2.5. Ansiedad relacionada con el uso de IAGen

La ansiedad por la inteligencia artificial se refiere a la aprensión o inquietud general que experimentan las personas en respuesta al rápido desarrollo e integración de la inteligencia artificial en diversos aspectos de la sociedad [15]. Si bien ChatGPT ha demostrado su valor en la generación de materiales educativos y de investigación, su uso plantea importantes discusiones. Por ejemplo, persisten las dudas sobre si es necesario revelar el uso de ChatGPT, cómo dicha revelación podría afectar a la legitimidad de los materiales producidos y las preocupaciones sobre la autoría [16]. Estas dudas son especialmente relevantes para los estudiantes, que pueden cuestionar las implicaciones éticas, la precisión y los posibles riesgos para la reputación asociados al uso de ChatGPT en actividades académicas. Los estudiantes con poca confianza en sus habilidades para realizar tareas probablemente recurrirán a ChatGPT y experimentarán ansiedad por ser descubiertos [14]. Por lo tanto, es probable que la ansiedad afecte a la adopción de ChatGPT por parte de los estudiantes. El presente trabajo, se centra en la ansiedad que genera la IAGen en cuanto a la posibilidad de que genere resultados incorrectos y a que los estudiantes sientan que seguir los resultados de la IAGen los pueda llevar a cometer errores que no pueden corregir. Por ello se formula la siguiente hipótesis:

H5: La ansiedad relacionada con el uso de la IAGen está asociada de forma negativa y directa con la intención conductual

3. GÉNERO Y ADOPCIÓN DE TECNOLOGÍA

La influencia del género en la adopción de la tecnología es un tema recurrente en la literatura. En educación, los resultados no son concluyentes. En general, se considera que las mujeres son usuarias menos frecuentes y menos intensivas de la tecnología que sus homólogos masculinos [6, 17–19].

Tres factores podrían ser los causantes de estas diferencias [20]: (1) los padres y los profesores imponen expectativas de género y una exposición diferencial a determinadas actividades que influyen en el desarrollo de hombres y mujeres; (2) los estereotipos sociales moldean los comportamientos; y (3) las diferencias se deben a las diferentes formas en que hombres y mujeres atribuyen sus éxitos y fracasos: las mujeres tienden a atribuir sus fracasos a causas internas, es decir, se culpan a sí mismas por los problemas que pueden tener al utilizar herramientas tecnológicas. Como resultado, las mujeres son más propensas a experimentar ansiedad cuando utilizan ciertas tecnologías que a menudo se consideran masculinas [17].

En un estudio [21] se descubrió que las mujeres tenían una menor competencia informática percibida, una menor autoeficacia, una mayor dificultad percibida en las tareas tecnológicas y una mayor ansiedad que los hombres. En otro [22], en su análisis de las diferencias de género en el uso de la informática e Internet en Taiwán, identificaron las diferencias de género como una variable clave para explicar las diferencias en los patrones de uso entre hombres y mujeres. Basándose en estos argumentos, se formula la siguiente hipótesis:

H6: Los estudiantes varones tienen una mayor intención de utilizar ChatGPT que las estudiantes mujeres.

4. METODOLOGÍA

4.1. Instrumento

Con el fin de recopilar la información necesaria para comprobar las hipótesis formuladas, se elaboró un cuestionario. El cuestionario se dividió en tres secciones: la primera contenía una introducción e información general sobre el tema del estudio, mientras que la segunda incluía 23 ítems que medían 6 factores (ansiedad, expectativa de esfuerzo, expectativa de rendimiento, condiciones facilitadoras, influencia social e intención de uso). Las escalas relacionadas con el modelo UTAUT (expectativa de esfuerzo, expectativa de rendimiento, condiciones facilitadoras, influencia social e intención de uso) se basan en el trabajo de [9] y [5]. La escala sobre la ansiedad por utilizar ChatGPT se basa en el trabajo de [23]. Las afirmaciones se midieron en una escala Likert de 7 puntos (1= totalmente en desacuerdo; 7= totalmente de acuerdo). En todas las escalas se realizaron ajustes para incluir ChatGPT. La tercera sección contenía información demográfica como el género (hombre=1, mujer=2, otro=3) y la edad.

4.2. Muestra y procedimiento

Se recogieron 407 cuestionarios correctamente cumplimentados por estudiantes, procedentes de universidades públicas españolas. Para la recogida de esta información se solicitó la colaboración de profesorado de diferentes universidades, que distribuyeron el cuestionario entre sus estudiantes.

Los datos se recopilaron utilizando Microsoft Forms. Para mejorar la validez del contenido, se realizó una prueba previa con 10 estudiantes universitarios. Tras la prueba previa, se realizaron mejoras en la redacción para facilitar la comprensión del cuestionario. Al completar el cuestionario hasta el final, todos los participantes dieron su consentimiento informado para participar en este estudio y aceptaron que sus datos se procesaran de forma anónima y agregada. Los participantes disponían de toda la información legal sobre su consentimiento informado en la primera página de la introducción del cuestionario. Era necesario leer esta primera página para acceder a las preguntas del cuestionario, lo que garantizaba que la participación en el estudio cumpliera con la normativa sobre investigación con sujetos humanos. La herramienta de encuesta comprobaba automáticamente que se respondieran todas las preguntas antes de enviarla y que no se pudiera enviar dos veces.

4.3. Análisis de datos

Se utilizó el análisis de frecuencias para determinar las características de la muestra y la percepción de los estudiantes sobre ChatGPT y su intención de hacer uso del mismo. También se evaluó la fiabilidad de las escalas utilizando el omega de McDonald. Se realizaron pruebas t para determinar si existían diferencias entre hombres y mujeres con respecto a las variables consideradas. Se utilizó el análisis de regresión lineal múltiple para comprobar las hipótesis propuestas. Los análisis se realizaron utilizando el programa SPSS versión 26.

5. RESULTADOS

En la Tabla 1 se recogen las principales características de la muestra. La mayoría de los encuestados son mujeres, con una edad comprendida entre los 18 y los 20 años. Asimismo, un 79,4 % declara conocer ChatGPT.

Tabla 1. Características de la muestra.

		N	Porcentaje
Sexo	Hombre	183	45,0
	Mujer	224	55,0
	Otro	---	---
Edad	18-20 años	204	50,1

	21-23 años	150	36,9
	24-30 años	34	8,4
	Más de 30 años	19	4,7

La Tabla 2 muestra la percepción que tienen los estudiantes de ChatGPT y su intención de uso. La fiabilidad de las escalas se evaluó utilizando el Omega de McDonald, alcanzando niveles adecuados (oscilan entre 0,807 y 0,949). También se muestran las puntuaciones medias de los diferentes ítems. Así, el nivel de ansiedad mostrado por los estudiantes respecto al uso de ChatGPT es bajo. No se sienten intimidados por el uso de ChatGPT. Respecto a la expectativa de esfuerzo, los estudiantes muestran un nivel alto de acuerdo en que el uso de ChatGPT es fácil y no requiere mucho esfuerzo. En cuanto a las condiciones facilitadoras, los estudiantes indican que disponen de dispositivos compatibles con el uso de ChatGPT. Sin embargo, no cuentan con ayuda en caso de tener dudas sobre su uso. Respecto a la expectativa de rendimiento, el nivel de acuerdo de los estudiantes se sitúa ligeramente por encima de la media en relación con la utilidad de la herramienta para su futuro profesional. Los estudiantes valoran con una puntuación media el apoyo que reciben de compañeros y amigos para hacer uso de ChatGPT. Sin embargo, no perciben el apoyo de sus profesores ni de la universidad. Los estudiantes expresan una actitud favorable respecto a ChatGPT y piensan seguir haciendo uso de la herramienta en las asignaturas de la carrera. Sin embargo, no lo consideran para la realización del Trabajo de Fin de Título.

Tabla 2. Percepciones e intención de uso de ChatGPT.

Factores (Omega de McDonald)	Ítems	Media	DT	N
Ansiedad (0,876)	Siento miedo de usar ChatGPT	2,70	1,99	323
	Temo utilizar incorrectamente la información que genero con ChatGPT	3,28	2,06	323
	Dudo en utilizar ChatGPT por miedo a cometer errores que no pueda corregir	3,14	2,00	323
	El uso de ChatGPT me intimida	2,31	1,81	323
Expectativa de esfuerzo (0,918)	Puedo interactuar fácilmente con ChatGPT	5,05	2,08	323
	Para mí es fácil utilizar ChatGPT	5,19	2,10	323
	ChatGPT no requiere mucho esfuerzo	5,26	2,06	323
	Me resulta fácil comprender las distintas posibilidades de uso de ChatGPT	4,94	2,04	323
Condiciones facilitadoras (0,807)	Dispongo de un dispositivo (ordenador, tableta, móvil) para utilizar ChatGPT	6,16	1,73	323
	Sé cómo utilizar ChatGPT	5,11	2,27	323
	ChatGPT es compatible con mis dispositivos	5,91	1,79	323
	Cuento con ayuda en caso de que tenga algún problema utilizando ChatGPT	3,77	2,24	323
Expectativa de rendimiento (0,942)	ChatGPT será muy útil para mi futuro profesional	4,41	2,17	323
	Saber utilizar ChatGPT influirá positivamente en mis posibilidades profesionales	4,44	2,22	323

Influencia social (0,815)	Mis compañeros de clase creen que debería utilizar ChatGPT	4,33	2,10	323
	Mis amigos me sugieren que utilice ChatGPT	4,37	2,175	323
	Mis profesores piensan que ChatGPT es útil para mí	3,12	1,958	323
	Mi universidad fomenta el uso de ChatGPT	2,57	1,937	323
Intención de comportamiento (0,949)	Seguiré utilizando ChatGPT en el futuro próximo	4,63	2,25	323
	Recomendaré ChatGPT a mis compañeros/as y amigos/as	4,72	2,24	323
	Tengo una percepción positiva de ChatGPT	4,94	2,05	323
	Tengo la intención de utilizar ChatGPT en las asignaturas de esta carrera	4,27	2,25	323
	Utilizaré ChatGPT para la realización del Trabajo de Fin de Título	3,39	2,22	323

A partir de las puntuaciones medias de cada ítem, se calculó la media de cada una de las variables. Así, por ejemplo, la puntuación de la variable ansiedad se calcula como la media de las puntuaciones de los cuatro ítems que la componen. Con el fin de verificar si existen diferencias entre hombres y mujeres con respecto a las variables consideradas se realizaron pruebas t-student. En la Tabla 3 se aprecia que los hombres perciben más facilidades a la hora de interactuar con ChatGPT (expectativa de esfuerzo), mayor existencia de condiciones facilitadoras y más expectativas de rendimiento. Asimismo, muestran una mayor intención de hacer uso de la herramienta en el futuro que las mujeres.

Tabla 3. Comparación entre hombres y mujeres.

Variable dependiente	Media Hombre	DT Hombre	Media Mujer	DT Mujer	Homogeneidad de varianzas	t
Ansiedad	2,7453	1,63619	2,9621	1,72026	Sí	-1,160
Expectativa de esfuerzo	5,2880	1,75447	4,9409	1,93470	No	1,687*
Condiciones facilitadoras	5,4763	1,44175	5,0152	1,70739	No	2,617*
Expectativa de rendimiento	4,4241	2,12070	3,8121	2,20127	Sí	2,543**
Influencia social	3,5411	1,49118	3,6500	1,82772	No	-0,588
Intención de comportamiento	4,3911	1,93240	3,7455	2,06225	Sí	2,901*

***p<0,001; **p< 0,01; *p<0,05

Con el fin de estudiar la relación entre la intención de comportamiento y las variables explicativas planteadas de forma conjunta, se lleva a cabo un análisis de regresión múltiple. Como variables de control se introdujeron la edad y el sexo del estudiante. En la Tabla 4 se muestran los resultados del análisis de regresión, indicándose el valor del coeficiente estandarizado y su nivel de significación. Como se infiere del valor del estadístico F (175,812; p<0,001), el modelo resulta globalmente significativo. Se procedió a calcular el factor de inflación de la varianza (VIF), oscilando entre 1,073 y 3,040, valores que están muy por debajo de 10, como se recomienda en la literatura. Asimismo, los índices de tolerancia varían entre 0,329 y 0,967, no situándose ninguno por debajo de 0,10, lo que permite concluir que no hay problemas de multicolinealidad. Se observa que la expectativa de rendimiento es la variable que más explica la intención de comportamiento respecto a ChatGPT por parte de los estudiantes (H2). Asimismo, el apoyo social (H3) y la

expectativa de esfuerzo (H1) también ejercen un efecto positivo en el uso de esta herramienta de inteligencia artificial. Se aprecia cómo la ansiedad estudiante influye negativamente en la intención de comportamiento (H5). La variable sexo se muestra significativa, poniendo de manifiesto una menor intención de uso por parte de las mujeres (H6). El efecto positivo de las condiciones facilitadoras no se comprueba para un nivel de significación del 5% (H4).

Tabla 4. Resultados de la regresión lineal para la intención de comportamiento.

	B	(p)	Tolerancia	VIF
Ansiedad	-0,072	0,006	0,967	1,035
Expectativa de esfuerzo	0,175	<0,001	0,368	2,715
Condiciones facilitadoras	0,082	0,066	0,329	3,040
Expectativa de rendimiento	0,559	<0,001	0,565	1,769
Influencia social	0,211	<0,001	0,530	1,887
Edad	-0,036	0,175	0,932	1,073
Sexo	-0,053	0,045	0,931	1,074
	F= 175,812 (0<0,001) R ² = 0,796			

A continuación, se replica el análisis anterior atendiendo al sexo del estudiantado (Tabla 5). Se ha de señalar que ambos modelos son globalmente significativos. Igualmente, los valores del factor de inflación de la varianza y de los índices de tolerancia no sugieren problemas de multicolinealidad. Se comprueba que la expectativa de rendimiento, la expectativa de esfuerzo y la influencia social afectan tanto a los hombres como a las mujeres a la hora de manifestar su intención de uso de ChatGPT. Sin embargo, mientras en el caso de las mujeres la ansiedad frena sus deseos de hacer uso de esta herramienta, los hombres no experimentan este obstáculo.

Tabla 5. Resultados de la regresión lineal para la intención de comportamiento en función del género del estudiante.

	Hombre				Mujer			
	B	(p)	Tolerancia	VIF	B	(p)	Tolerancia	VIF
Ansiedad	-0,034	0,401	0,958	1,044	-0,108	0,002	0,934	1,070
Expectativa de esfuerzo	0,202	0,003	0,368	2,720	0,154	0,005	0,370	2,704
Condiciones facilitadoras	0,071	0,281	0,372	2,685	0,111	0,064	0,302	3,315
Expectativa de rendimiento	0,536	<0,001	0,671	1,491	0,602	<0,001	0,467	2,139
Normas sociales	0,257	<0,001	0,663	1,509	0,144	0,006	0,401	2,494
Edad	-0,051	0,221	0,920	1,087	-0,021	0,542	0,930	1,075
	F= 78,778 (<0,001) R ² = 0,758				F= 128,308 (<0,001) R ² = 0,830			

6. DISCUSIÓN

Este estudio analizó los determinantes de la intención de uso de ChatGPT en estudiantes universitarios a partir de la UTAUT, incorporando la ansiedad ante la IAGen y el género como variables de estudio. Los resultados muestran asociaciones positivas de la expectativa de rendimiento, la expectativa de esfuerzo y la influencia social con la intención de uso, mientras que la ansiedad se relaciona negativamente. Además, se observan diferencias por género en la intención de uso y en el peso de la ansiedad.

Los resultados son coherentes con la UTAUT en contextos educativos: la utilidad percibida y la facilidad de uso percibida se asocian a una mayor disposición a adoptar tecnologías. La influencia social mantiene un papel relevante en entornos donde las normas y expectativas del profesorado y de los pares orientan la conducta académica. La incorporación de la ansiedad ante el uso de la IAGen se alinea con las propuestas de extensión de la UTAUT para integrar variables emocionales. De este modo se añade un componente afectivo que afecta de forma negativa a la intención de hacer uso de ChatGPT.

Sin embargo, la hipótesis H4, que postulaba un efecto positivo de las condiciones facilitadoras sobre la intención de uso, no alcanzó significación estadística ($p = 0,066$). Esta ausencia de apoyo puede explicarse por la facilidad de uso percibida por parte de los usuarios de la IAGen. Las puntuaciones medias bajas en apoyo institucional y apoyo del profesorado describen una cultura de uso poco estructurada. Este contexto puede generar incertidumbre normativa y favorecer estrategias individuales, lo que limita el potencial de las condiciones facilitadoras para traducirse en intención de uso. El hecho de poder dar instrucciones y recibir resultados en lenguaje natural hace que la necesidad de apoyo técnico o formativo no se perciba como algo crucial para adoptar la tecnología. Este resultado sugiere que, en fases tempranas de adopción, lo que moviliza la intención es sobre todo la utilidad y la facilidad percibida, mientras que el soporte que aporta el contexto podría operar de forma indirecta o necesitar un umbral mínimo para activar su efecto.

Por su parte, en lo que hace referencia al género, las mujeres reportan menor intención de uso y mayor impacto de la ansiedad de uso. Este resultado apunta a una brecha de adopción que no se explica solo por habilidades técnicas, sino por percepciones de riesgo y normas sociales. Desde la UTAUT, el género actuaría como moderador que intensifica el peso de la ansiedad y atenúa la utilidad percibida en la determinación de la intención. Ello refuerza la necesidad de acciones de apoyo específicas que aborden dimensiones emocionales y de seguridad académica.

6.1. Limitaciones y líneas futuras de investigación

Varias consideraciones limitan el alcance de la discusión. Primero, el diseño transversal impide inferir trayectorias de cambio. Por ello, sería deseable evaluar la evolución de utilidad percibida, normas y ansiedad a lo largo del semestre o tras intervenciones formativas. Segundo, el uso de medidas autorreportadas introduce riesgo de deseabilidad social. La triangulación con indicadores conductuales y tareas de desempeño permitiría validar la correspondencia entre intención declarada y uso real. Tercero, el constructo de ansiedad ante IAGen utilizado se centra en errores de uso y riesgo académico inmediato. Se propone ampliar el constructo incluyendo preocupaciones sobre integridad académica, sesgos algorítmicos, privacidad y repercusiones laborales, mediante escalas multidimensionales validadas que capturen la vertiente ética y socio-ocupacional. Cuarto, dado que la muestra está compuesta por estudiantes de universidades públicas españolas, sería recomendable ampliar la muestra a estudiantes de diferentes países e incluir universidades privadas. Por último, el muestreo por conveniencia a través de redes docentes puede sobrerrepresentar perfiles con mayor afinidad tecnológica. Por ello, en futuros trabajos se podría realizar un muestreo estratificado por centro y rama de conocimiento, ponderaciones post-estratificación y análisis de sensibilidad para evaluar la robustez de los coeficientes ante posibles sesgos de selección.

7. CONCLUSIONES

Este trabajo contribuye a la comprensión de la influencia de las características personales, como el género, en la GenAI. Se muestra que el género es una variable que determina los factores que influyen en la intención de usar ChatGPT y que, por lo tanto, es un aspecto a tener en cuenta en la adopción de la tecnología. Mientras que para los estudiantes varones la ansiedad no explica su intención de utilizar ChatGPT, para las estudiantes mujeres, la ansiedad explica de manera significativa y negativa su intención de utilizar ChatGPT.

En términos de implicaciones prácticas, la ansiedad generada entre los estudiantes por el uso indebido de ChatGPT puede mitigarse mediante la formación. En este sentido, es necesario formar a los estudiantes en el uso ético de esta herramienta. Es fundamental educar a los estudiantes sobre los beneficios, las limitaciones y los riesgos de los chatbots basados en inteligencia artificial y el valor de desarrollar una serie de conocimientos y habilidades [2]. En este sentido, los profesores también deben exigir a los estudiantes que sean capaces de incorporar las referencias bibliográficas utilizadas en la realización de sus trabajos, entre otras cosas para validar que los trabajos están respaldados por textos sólidos y no solo por la respuesta de ChatGPT.

También es necesario formar a los estudiantes para que aprovechen al máximo las herramientas basadas en la IAGen y reduzcan su posible desconfianza en su uso. En este sentido, se ha demostrado que la formación conduce a una mayor aceptación por parte de los usuarios y al éxito con la tecnología [8, 24].

Los resultados de este trabajo ponen de relieve la necesidad de tener en cuenta el género de los estudiantes a la hora de implementar esta tecnología. La literatura se ha centrado en mejorar las políticas institucionales para reducir la brecha digital de género. Estas políticas deben centrarse en el desarrollo de los conocimientos y habilidades digitales de las mujeres y sus competencias tecnológicas [17]. Las instituciones educativas deben proporcionar a los estudiantes las habilidades necesarias para crear, adaptar y utilizar las tecnologías de la información y la comunicación, especialmente las basadas en la IAGen. Esta formación debe adoptar nuevas estrategias que tengan en cuenta las diferencias de género [25].

A continuación, se ofrecen recomendaciones para los educadores y las instituciones académicas:

- Ayudar a los estudiantes a desarrollar sus habilidades de pensamiento crítico pidiéndoles que comparen los contenidos producidos por la IAGen con fuentes de información fiables y válidas.
- Invertir energía, recursos y creatividad en proporcionar un entorno de aprendizaje atractivo para los estudiantes, ya sea en espacios físicos o en entornos virtuales.
- Introducir más tareas orales y exámenes presenciales en sus planes de estudios. Muchas universidades australianas, por ejemplo, ya han anunciado el regreso a los exámenes presenciales para proteger la integridad de las evaluaciones de los estudiantes.
- Aumentar la importancia de las actividades en clase y la participación como elemento significativo del proceso de evaluación y componente relevante de la nota final. En otras palabras, desplazar el objeto de la evaluación del «producto» al «proceso» de aprendizaje de los estudiantes.
- Adoptar nuevas o más formas de hacer que los estudiantes desarrollen y muestren sus conocimientos o aprendizajes. Por ejemplo, mediante debates, en los que los alumnos adoptan una postura formalizada sobre un tema concreto y tienen que defender su idea, perspectiva o punto de vista.

Es importante que los educadores se planteen cómo abordar el uso de la IAGen en el aula, asegurándose de que estas herramientas se utilizan como complemento, y no como suplemento, de los métodos de enseñanza tradicionales. Como facilitadores de herramientas que pueden ayudar a los estudiantes a optimizar sus procesos de aprendizaje, los profesores deben utilizar y comprender estas nuevas tecnologías para garantizar que los estudiantes tengan una mejor experiencia de aprendizaje.

REFERENCIAS

1. Pasupuleti, R.S., Thiyyagura, D.: An empirical evidence on the continuance and recommendation intention of ChatGPT among higher education students in India: An extended technology continuance theory. *Educ Inf Technol (Dordr)*. (2024). <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12573-7>.
2. 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., Carter, L., Chowdhury, S., Crick, T., Cunningham, S.W., Davies, G.H., Davison, R.M., Dé, R., Dennehy, D., Duan, Y., Dubey, R., Dwivedi, R., Edwards, J.S., Flavián, C., Gauld, R., Grover, V., Hu, M.-C., Janssen, M., Jones, P., Junglas, I., Khorana, S., Kraus, S., Larsen, K.R., Latreille, P., Laumer, S., Malik, F.T., Mardani, A., Mariani, M., Mithas, S., Mogaji, E., Nord, J.H., O'Connor, S., Okumus, F., Pagani, M., Pandey, N., Papagiannidis, S., Pappas, I.O., Pathak, N., Pries-Heje, J., Raman, R., Rana, N.P., Rehm, S.-V., Ribeiro-Navarrete, S., Richter, A., Rowe, F., Sarker, S., Stahl, B.C., Tiwari, M.K., van der Aalst, W., Venkatesh, V., Viglia, G., Wade, M., Walton, P., Wirtz, J., Wright, R.: Opinion Paper: “So what if

- ChatGPT wrote it?” Multidisciplinary perspectives on opportunities, challenges and implications of generative conversational AI for research, practice and policy. *Int J Inf Manage.* 71, 102642 (2023). <https://doi.org/10.1016/j.ijinfomgt.2023.102642>.
3. Jain, K.K., Raghuram, J.N.V.: Gen-AI integration in higher education: Predicting intentions using SEM-ANN approach. *Educ Inf Technol (Dordr)*. (2024). <https://doi.org/10.1007/s10639-024-12506-4>.
 4. Xue, L., Rashid, A.M., Ouyang, S.: The Unified Theory of Acceptance and Use of Technology (UTAUT) in Higher Education: A Systematic Review, (2024). <https://doi.org/10.1177/21582440241229570>.
 5. Venkatesh, V., Morris, M.G., Davis, G.B., Davis, F.D.: User Acceptance of Information Technology: Toward a Unified View. *MIS Quarterly.* 27, 425–478 (2003).
 6. Venkatesh, V., Thong, J.Y.L., Xu, X.: Consumer acceptance and use of information technology: Extending the unified theory of acceptance and use of technology. *MIS Quarterly.* 36, 157–178 (2012). <https://doi.org/10.2307/41410412>.
 7. Farrokhnia, M., Banihashem, S.K., Noroozi, O., Wals, A.: A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in Education and Teaching International.* 1–15 (2023). <https://doi.org/10.1080/14703297.2023.2195846>.
 8. Scherer, R., Siddiq, F., Tondeur, J.: The technology acceptance model (TAM): A meta-analytic structural equation modeling approach to explaining teachers’ adoption of digital technology in education. *Comput Educ.* 128, 13–35 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2018.09.009>.
 9. Farooq, M.S., Salam, M., Jaafar, N., Fayolle, A., Ayupp, K., Radovic-Markovic, M., Sajid, A.: Acceptance and use of lecture capture system (LCS) in executive business studies. *Interactive Technology and Smart Education.* 14, 329–348 (2017). <https://doi.org/10.1108/ITSE-06-2016-0015>.
 10. Strzelecki, A.: Students’ Acceptance of ChatGPT in Higher Education: An Extended Unified Theory of Acceptance and Use of Technology. *Innov High Educ.* (2023). <https://doi.org/10.1007/s10755-023-09686-1>.
 11. Budhathoki, T., Zitar, A., Njoya, E.T., Timsina, A.: ChatGPT adoption and anxiety: a cross-country analysis utilising the unified theory of acceptance and use of technology (UTAUT). *Studies in Higher Education.* 49, 831–846 (2024). <https://doi.org/10.1080/03075079.2024.2333937>.
 12. Hamamra, B., Khlaif, Z.N., Mayaleh, A.: Interactive Learning Environments Between promise and precarity: Palestinian university educators’ experiences with AI integration in higher education. (2025). <https://doi.org/10.1080/10494820.2025.2547264>.
 13. Strzelecki, A., ElArabawy, S.: Investigation of the moderation effect of gender and study level on the acceptance and use of generative AI by higher education students: Comparative evidence from Poland and Egypt. *British Journal of Educational Technology.* 55, 1209–1230 (2024). <https://doi.org/10.1111/bjet.13425>.
 14. Bin-Nashwan, S.A., Sadallah, M., Bouteraa, M.: Use of ChatGPT in academia: Academic integrity hangs in the balance. *Technol Soc.* 75, (2023). <https://doi.org/10.1016/j.techsoc.2023.102370>.
 15. Kim, J.J.H., Soh, J., Kadkol, S., Solomon, I., Yeh, H., Srivatsa, A. V., Nahass, G.R., Choi, J.Y., Lee, S., Nyugen, T., Ajilore, O.: AI Anxiety: a comprehensive analysis of psychological factors and interventions. *AI and Ethics.* 5, 3993–4009 (2025). <https://doi.org/10.1007/s43681-025-00686-9>.
 16. Bae, M., Wang, J. (Violet), Xue, H. (Sophie), Chong, S.M., Kwon, O., Ki, C.-W. (Chloe): Does ChatGPT help or hinder education? Exploring its benefits, challenges, student guilt, and the need for educator training. *International Journal of Fashion Design, Technology and Education.* 1–16 (2024). <https://doi.org/10.1080/17543266.2024.2430585>.
 17. Acilar, A., Sæbø, Ø.: Towards understanding the gender digital divide: a systematic literature review. *Global Knowledge, Memory and Communication.* 72, 233–249 (2023). <https://doi.org/10.1108/GKMC-09-2021-0147>.
 18. Celik, H.: Customer online shopping anxiety within the Unified Theory of Acceptance and Use Technology (UTAUT) framework. *Asia Pacific Journal of Marketing and Logistics.* 28, (2016). <https://doi.org/10.1108/APJML-05-2015-0077>.
 19. Sharma, L., Srivastava, M.: Teachers’ motivation to adopt technology in higher education. *Journal of Applied Research in Higher Education.* 12, 673–692 (2020). <https://doi.org/10.1108/JARHE-07-2018-0156>.
 20. Cooper, J.: The digital divide: The special case of gender. *J Comput Assist Learn.* 22, 320–334 (2006). <https://doi.org/10.1111/j.1365-2729.2006.00185.x>.
 21. Yücel, Y., Rızvanoğlu, K.: Battling gender stereotypes: A user study of a code-learning game, “Code Combat,” with middle school children. *Comput Human Behav.* 99, 352–365 (2019). <https://doi.org/10.1016/j.chb.2019.05.029>.
 22. Jiang, W.-J., Luh, Y.-H.: Gender digital divide in a patriarchal society: what can we learn from Blinder–Oaxaca decomposition? *Qual Quant.* 51, 2555–2576 (2017). <https://doi.org/10.1007/s11135-016-0409-z>.
 23. Garone, A., Pynoo, B., Tondeur, J., Cocquyt, C., Vanslambrouck, S., Bruggeman, B., Struyven, K.: Clustering university teaching staff through UTAUT: Implications for the acceptance of a new learning management system. *British Journal of Educational Technology.* 50, 2466–2483 (2019). <https://doi.org/10.1111/bjet.12867>.
 24. Alier, M., García-Peñalvo, F.J., Camba, J.D.: Generative Artificial Intelligence in Education: From Deceptive to Disruptive. *International Journal of Interactive Multimedia and Artificial Intelligence.* 8, 5–14 (2024). <https://doi.org/10.9781/ijimai.2024.02.011>.
 25. Huang, W.H.D., Ward, D., Joo, S., Hood, D.W., Yoo, S.J.: Gender divide and acceptance of collaborative Web 2.0 applications for learning in higher education. *Internet and Higher Education.* 16, 57–65 (2013). <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2012.02.001>.

¿Por qué los estudiantes recomiendan ChatGPT? Claves para entender su incorporación en la educación superior

Carlos Rodríguez-Robaina^a[0000-0003-3413-7091], Deybbi Cuéllar-Molina^{bc} [0000-0002-6569-204X], Claudia Benítez-Núñez^{bc} [0000-0001-9144-5299], Daniel Dorta-Afonso^{bc} [0000-0002-9955-1202] y Petra de Saa-Pérez^{bc} [0000-0002-3945-5454]

^a Departamento de Dirección de Empresas e Historia Económica, Universidad de La Laguna; ^b Departamento de Economía y Dirección, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; ^c Instituto para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación en Comunicaciones (IDeTIC)

ABSTRACT

La incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo ha despertado un creciente interés, especialmente a raíz de la aparición de ChatGPT. Aunque su uso ha generado debate entre quienes destacan su potencial pedagógico y quienes advierten sobre sus riesgos, aún existe una escasez de evidencia empírica que analice las experiencias del alumnado universitario frente a esta herramienta. El objetivo de este estudio es entender qué lleva a recomendar el uso de ChatGPT a 279 estudiantes universitarios que participaron en una actividad práctica en el aula utilizando esta herramienta de IA como recurso de apoyo en la resolución de un caso práctico en dos asignaturas del ámbito de la Organización de Empresas. Los resultados muestran que la recomendación de extender el uso del ChatGPT a otras asignaturas de la titulación está relacionada tanto con la satisfacción del estudiante con su uso, como con sus estrategias de aprendizaje, no siendo significativa la influencia de su actitud innovadora, su edad, género o experiencia laboral previa. Los hallazgos de esta investigación ofrecen una visión más precisa de los factores que condicionan la valoración y adopción de ChatGPT en la educación superior, aportando evidencia empírica útil para orientar el diseño de estrategias pedagógicas y la integración responsable de la IA en los procesos de enseñanza-aprendizaje universitarios.

Palabras clave: ChatGPT, recomendación, educación superior

1. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, el interés por la Inteligencia Artificial (IA) y su incorporación al ámbito educativo ha experimentado un notable crecimiento. Este avance ha impulsado nuevas formas de interacción, enseñanza y evaluación en el contexto universitario. En este sentido, el uso de agentes conversacionales, como ChatGPT, se han convertido en un componente clave en el campo de las aplicaciones de IA en la educación [1]. La incorporación de este tipo de herramientas en contextos educativos constituye actualmente un tema central de discusión, en el que coexisten posturas divergentes: mientras algunos autores advierten sobre sus riesgos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, otros sostienen que su integración resulta inevitable y requiere adaptar los modelos educativos. A pesar del creciente interés y preocupación por el uso de ChatGPT en el contexto educativo, existe una notable falta de estudios empíricos que aborden específicamente la medición de las actitudes, la satisfacción y las experiencias de los estudiantes de educación superior hacia esta herramienta [1,2,3]. Resulta, por tanto, imprescindible analizar en profundidad los factores que influyen en las actitudes de los estudiantes cuando incorporan ChatGPT en sus actividades académicas, ya que comprender estas dinámicas es clave para un uso más eficaz.

Teniendo en cuenta lo anterior, el presente artículo contribuye de manera significativa a reducir el vacío existente en la literatura al analizar cómo el grado de satisfacción del alumnado universitario con el uso de ChatGPT en la resolución de casos prácticos, su actitud innovadora y sus estrategias de aprendizaje se relacionan con la recomendación de dicha herramienta en otras asignaturas de la titulación. Para ello se llevó a cabo un estudio empírico a través de una actividad práctica consistente en la resolución de un caso de estudio utilizando ChatGPT como recurso de apoyo durante el proceso de aprendizaje de dos asignaturas de contenidos similares del área de Organización de Empresas: *Habilidades Directivas*

del Grado en Turismo y *Comportamiento Organizativo y Dirección de Empresas* del Grado en Administración y Dirección de Empresas (ADE) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Tras finalizar la intervención en el aula se administró una encuesta en la que participaron 279 estudiantes, 98 del Grado en Turismo y 181 de GADE. En conjunto, los hallazgos de este estudio nos han permitido tener una comprensión más cercana de las dinámicas que intervienen en la valoración y adopción de la IA en contextos universitarios, ofreciendo evidencia empírica que contribuye al debate sobre la integración pedagógica responsable de la IA en la educación superior.

Tras esta introducción, el artículo se estructura de la siguiente manera: la sección 2 presenta la metodología. La sección 3 describe los resultados del análisis y, finalmente, la sección 4 presenta las conclusiones del estudio, con sus implicaciones prácticas y las futuras líneas de investigación.

1.1 ChatGPT en la educación superior

ChatGPT es una herramienta basada en inteligencia artificial, creada con la tecnología *Generative Pre-trained Transformer* (GPT), y desarrollada por OpenAI a finales de 2022. Este sistema utiliza un amplio modelo lingüístico que le permite generar texto original en función de las instrucciones ingresadas por el usuario. Esta herramienta de IA ha ganado atención mundial por su capacidad para producir respuestas bien estructuradas, lógicas e informativas [4]. Además, produce contenido original mediante el procesamiento de grandes volúmenes de datos lingüísticos, ofreciendo respuestas en conversaciones en tiempo real [3].

El impacto de ChatGPT en el contexto universitario ha sido casi inmediato desde su lanzamiento [5], destacando el creciente uso por parte del estudiantado, debido a que se trata de un entorno de trabajo accesible en cualquier momento y lugar, lo que lo distingue del contexto educativo tradicional [6]. Según algunos autores [7], la principal ventaja de utilizar esta herramienta en un contexto educativo es su capacidad para proporcionar una enseñanza personalizada que se adapta a las necesidades y capacidades de cada estudiante. Un análisis DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) destacó el potencial de ChatGPT en entornos educativos [8]. Además, se ha señalado que los estudiantes constituyen un grupo clave dentro del ámbito educativo, caracterizado por una clara intención de incorporar ChatGPT en su experiencia de aprendizaje [9]. Asimismo, se ha evidenciado que el uso de ChatGPT favorece una mejora significativa del rendimiento académico, especialmente en tareas que implican resolución creativa de problemas [10]. No obstante, pese a los beneficios asociados al uso de la inteligencia artificial, persisten importantes desafíos éticos, pedagógicos y cognitivos, ya que la integración de esta herramienta en contextos universitarios presenta tanto aspectos positivos como negativos [3,11]. Desde una perspectiva ética, el empleo de herramientas como ChatGPT plantea interrogantes en torno a la autoría, la originalidad y la integridad académica, dado que los estudiantes pueden emplear la IA para generar contenidos sin un proceso reflexivo o crítico propio [12]. Además, la integración de ChatGPT exige repensar los modelos de enseñanza y evaluación, de modo que la IA no sustituya la elaboración cognitiva del estudiante, sino que actúe como herramienta de apoyo al pensamiento crítico y la resolución creativa de problemas [13,14].

Estudios anteriores han demostrado que el uso de ChatGPT por parte de los estudiantes genera experiencias positivas. Por ejemplo, se ha demostrado que los estudiantes manifestaron su conformidad con la implementación de esta herramienta en su proceso de aprendizaje [3]. Del mismo modo, se ha destacado la alta satisfacción de los estudiantes con ChatGPT, ya que la consideran una herramienta de IA innovadora y fácil de usar que resuelve problemas y les ayuda en su vida académica y social [15]. Además, otro estudio ha revelado que los estudiantes universitarios muestran altos niveles de satisfacción con ChatGPT, sobre todo por su facilidad de uso y accesibilidad [16]. Asimismo, resulta interesante examinar la opinión sobre ChatGPT entre los estudiantes con el objetivo de determinar si creen que esta herramienta de IA es lo suficientemente útil y significativa como para recomendarla a sus compañeros [17]. La recomendación representa el nivel más avanzado de compromiso, en el que los estudiantes se convierten en promotores activos, mostrando un firme compromiso y confianza en el valor de las herramientas de IA [18,19]. Así, la influencia de los compañeros que recomiendan ChatGPT como una herramienta útil puede influir significativamente en la decisión de adoptarla [20].

Aunque estas investigaciones han contribuido significativamente a esclarecer el uso de la IA en la educación superior, sigue siendo necesario seguir profundizando en la comprensión de las actitudes, los comportamientos y las experiencias del estudiantado universitario respecto al uso de ChatGPT en su proceso de enseñanza-aprendizaje.

Por lo tanto, teniendo en cuenta estas consideraciones, el presente estudio pretende responder a la siguiente cuestión de investigación: *¿Qué factores influyen en que los estudiantes universitarios recomienden el uso de ChatGPT tras una experiencia práctica en el aula?*

1.2. Satisfacción, actitud innovadora y estrategias de aprendizaje en la recomendación de ChatGPT

Existen diferentes factores individuales que pueden influir en la decisión del estudiante para recomendar el uso de ChatGPT. Entre ellos, destaca la satisfacción, entendida como un sentimiento acumulativo que surge de las interacciones continuas con un sistema [21]. En el contexto de la IA aplicada a la educación, la satisfacción se conceptualiza como una experiencia que evoluciona a medida que los usuarios interactúan de forma sostenida con la herramienta [22]. Las recomendaciones positivas, por tanto, suelen reflejar experiencias de uso favorables, lo que demuestra que la satisfacción actúa como un predictor clave de la intención de uso continuado y del comportamiento de recomendación [23]. Diversas investigaciones han evidenciado una relación entre la satisfacción del usuario y su intención de recomendar el uso de una herramienta tecnológica. En este sentido, un estudio reciente destacó que la satisfacción del usuario desempeña un papel fundamental en la promoción del “boca a boca”, entendido como la disposición a compartir y recomendar herramientas basadas en inteligencia artificial a otras personas [24]. En la misma línea, otros autores confirmaron que los estudiantes con niveles más altos de satisfacción con ChatGPT muestran una mayor probabilidad de recomendar su uso a sus compañeros, reforzando así la importancia de esta relación en el contexto educativo [17, 25]. La actitud innovadora, entendida como el entusiasmo y la disposición de los estudiantes para adoptar herramientas de IA, así como su confianza en la propia capacidad para aprender, experimentar y superar retos en el desarrollo de habilidades, también podrían influir en su recomendación [26]. Los estudiantes con una actitud innovadora suelen mostrar mayor curiosidad y apertura al cambio, lo que les permite centrarse en las ventajas potenciales que ChatGPT ofrece en el proceso de aprendizaje [27]. En esta línea, un estudio encontró que los estudiantes con mayor actitud innovadora tienden a valorar más positivamente el uso de ChatGPT, manifestando niveles superiores de satisfacción con la experiencia de aprendizaje [1]. De manera similar, algunos autores han demostrado que la capacidad de innovación predice significativamente la satisfacción de los estudiantes universitarios con esta herramienta [28]. Por su parte, un artículo reciente evidenció que los usuarios con un alto nivel de innovación personal presentan una mayor intención de recomendar tecnologías basadas en IA [29], mientras que otros autores corroboraron que los estudiantes más innovadores no solo tienen una mayor intención de seguir utilizando ChatGPT, sino también de recomendarlo a sus compañeros [30].

Finalmente, también parece interesante considerar el papel que desempeñan las estrategias de aprendizaje en este proceso. En el contexto de la educación superior, las estrategias de aprendizaje constituyen un elemento clave para optimizar el rendimiento académico [31]. Según algunos autores, estas estrategias influyen de manera positiva en la calidad del aprendizaje, ya que permiten identificar los factores que explican tanto el alto como el bajo rendimiento de los estudiantes [32]. Las estrategias de aprendizaje pueden definirse como los «comportamientos y pensamientos que un alumno pone en práctica durante el aprendizaje con la intención de influir en su proceso de codificación» [33]. En esta línea, un estudio reciente demostró que el uso de ChatGPT por parte de estudiantes universitarios favorece la adopción de estrategias colaborativas e interactivas, las cuales se vinculan con mayores niveles de satisfacción académica [1]. Asimismo, la literatura ha identificado veinte estrategias de aprendizaje vinculadas al uso de ChatGPT, y evidenció que la mayoría de ellas contribuyen a incrementar la satisfacción del alumnado, especialmente en relación con sus necesidades de competencia y autonomía [34]. Además, algunos resultados han señalado que los estudiantes tienden a recomendar ChatGPT a sus compañeros cuando la herramienta les ayuda a desarrollar habilidades de pensamiento crítico [35].

2. METODOLOGÍA

2.1. Procedimiento de recogida de datos y muestra

Para dar respuesta a la pregunta de investigación se llevó a cabo una experiencia práctica en el aula consistente en la resolución del caso titulado “*Liderazgo Directivo y Participativo*”, perteneciente a un tema que se imparte con los mismos contenidos en dos asignaturas del área de Organización de Empresas: *Habilidades Directivas* del Grado en Turismo y *Comportamiento Organizativo y Dirección de Empresas* del Grado en Administración y Dirección de Empresas (ADE) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

El objetivo de dicha actividad consistía en la resolución del caso anteriormente mencionado, utilizando ChatGPT, tanto de manera individual como grupal. Previamente, se informó a los estudiantes de los objetivos del estudio, y se pidió su consentimiento para usar sus datos, garantizando la confidencialidad. El procedimiento didáctico siguió una secuencia estructurada en dos fases, todo a lo largo de la misma sesión de una hora práctica. En primer lugar, se administró un cuestionario previo con el objetivo de evaluar las actitudes iniciales del alumnado hacia el uso de la inteligencia artificial generativa en contextos académicos. Posteriormente, los estudiantes participaron en una sesión práctica en la que debían resolver un caso utilizando ChatGPT mediante el uso de prompts. En esta fase, las instrucciones proporcionadas por el profesorado explicaban el objetivo del ejercicio, la forma de interactuar con la herramienta y el tipo de preguntas que podían formular para obtener información relevante para la resolución del caso. Tras esta fase, se procedió a cumplimentar un cuestionario con el fin de conocer la experiencia del alumnado.

En la segunda fase, los estudiantes trabajaron de forma grupal en la resolución de un nuevo caso práctico, con libertad para decidir si utilizar o no ChatGPT como apoyo. Finalmente, se administró un cuestionario posterior para recoger la valoración global de la experiencia, su percepción sobre la utilidad de la herramienta y la disposición a recomendar su uso en contextos educativos similares. Las actividades no tuvieron una calificación numérica específica, pero formaron parte del proceso formativo de la asignatura como práctica aplicada vinculada al desarrollo de competencias digitales y al aprendizaje autónomo.

La muestra final está compuesta por 279 estudiantes, 98 del Grado en Turismo (representando el 69% de los estudiantes matriculados en la asignatura) y 181 estudiantes del Grado en ADE (87,44% del total de matriculados). Como se muestra en la Tabla 1, en la muestra final la distribución por género es bastante equilibrada: el 52,69% de los estudiantes participantes fueron mujeres y el 47,31% hombres. En cuanto a la distribución por edad, la mayoría de los estudiantes tienen entre 18 y 22 años (el 92,47%), mientras que los estudiantes mayores de 22 años constituyen el 7,53% del total. Además, se preguntó si los estudiantes tenían experiencia profesional o no. Los resultados muestran que el 63,80% de los estudiantes no tiene experiencia laboral previa, mientras que el 36,20% ha trabajado en el pasado o está trabajando actualmente. Las variables de género y edad presentan valores similares en ambas submuestras, no existiendo diferencias estadísticamente significativas entre los participantes de las dos asignaturas (media de 20 años para ambos cursos), aunque el porcentaje de estudiantes con experiencia profesional previa es mayor en ADE que en Turismo.

Tabla 1. Perfil demográfico de la muestra

Variable		Total muestra	%	Total G. Turismo	%	Total GADE	%
Género	Hombre	132	47.31%	42	42.86%	90	49.72%
	Mujer	147	52.69%	56	57.14%	91	50.28%
Edad	De 18 a 19	119	42.65%	44	44.90%	75	41.44%
	De 20 a 22	139	49.82%	42	42.86%	97	53.59%
	Más de 22	21	7.53%	12	12.24%	9	4.97%
Experiencia profesional	Sí	101	36.20%	44	44.90%	57	31.49%
	No	178	63.80%	54	55.10%	124	68.51%
Total		279	100%	98	100%	181	100%

Fuente: Elaboración propia.

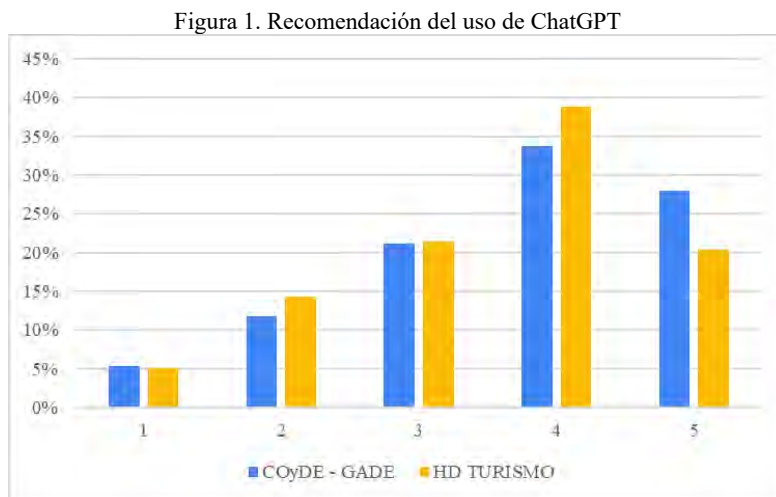
2.2. Método

Este estudio, que forma parte de un proyecto de innovación educativa más amplio, se ha centrado en analizar los factores que influyen en que los estudiantes universitarios recomienden el uso de ChatGPT. En concreto se ha estudiado si dicha recomendación está relacionada con el grado de satisfacción, la actitud innovadora y las estrategias de aprendizaje de los estudiantes, además de la edad, el género y la experiencia profesional. Para la realización del estudio se utilizaron diferentes variables que fueron medidas con escalas Likert de 5 y 7 puntos basadas en instrumentos validados en investigaciones previas [36,37,38]. Los datos fueron codificados y tabulados, para posteriormente ser analizados con el programa estadístico SPSS, versión 28.0 de Windows, empleando diferentes técnicas estadísticas, incluyendo análisis descriptivos, pruebas de comparación de medias, análisis factorial exploratorio y análisis de correlaciones.

3. RESULTADOS

3.1. Recomendación de ChatGPT

Los resultados de la Figura 1 muestran cómo un alto porcentaje de estudiantes de ambas asignaturas consideran que sería recomendable el uso de ChatGPT en otras asignaturas de la titulación, sin que existan diferencias estadísticamente significativas según el estadístico Chi-cuadrado. En este sentido, el 61.7% de los estudiantes del Grado en ADE y el 59.2% de los estudiantes del Grado en Turismo están de acuerdo o muy de acuerdo en recomendar el uso de ChatGPT. Por otro lado, sólo el 5.10% de los estudiantes de Turismo y el 5.52% de los estudiantes de ADE argumentan estar muy en desacuerdo en recomendar el uso de la herramienta.



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la opinión de recomendación según el perfil de los encuestados, tal y como muestran los datos de la Tabla 2, sólo existen diferencias de medias estadísticamente significativas entre hombres y mujeres, siendo los primeros los que muestran una mayor predisposición a recomendar el uso del ChatGPT en otras asignaturas.

Tabla 2. Recomendación del uso de ChatGPT por género, edad y experiencia laboral

	N	Media	D.T.	U-M-Wht (P.)
Género				
Hombre	128	3,80	1,23	3,53 (0,06)
Mujer	141	3,53	1,09	
Experiencia laboral				
Sí	101	3,71	1,24	0,21 (0,65)
No	178	3,65	1,11	
	N	Media	D.T.	K-W/chi-squared (P.)
Edad				
De 18 a 19	119	3,33	1,30	0,65 (0,76)
De 20 a 22	139	3,79	1,12	
Más de 22	21	3,59	1,13	
N (Total) 279				

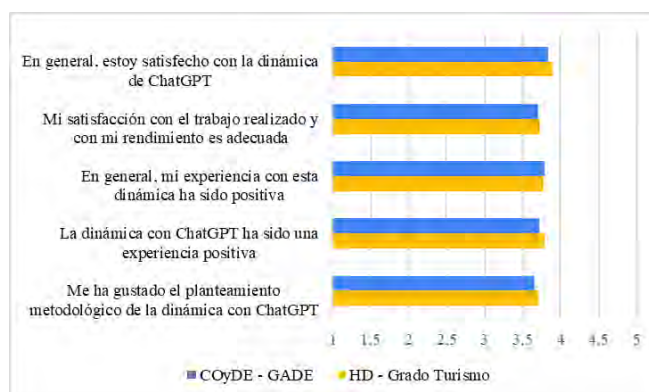
Fuente: Elaboración propia.

3.2. Factores que influyen en la recomendación de ChatGPT

3.2.1. Satisfacción con el uso de ChatGPT

El análisis descriptivo revela que las valoraciones medias de los diferentes ítems que evalúan la satisfacción del alumnado con el uso de ChatGPT oscilan entre 3,66 y 3,83 en una escala de 5 puntos para los estudiantes de GADE y entre 3,7 y 3,89 para los estudiantes de Turismo. Además, existen diferencias estadísticamente significativas en los siguientes enunciados: “En general estoy satisfecho con la dinámica de ChatGPT” ($t=0,48$; $p=0,008$), “Mi satisfacción con el trabajo realizado y con mi rendimiento es adecuada” ($t=0,28$, $p=0,06$) y “Me ha gustado el planteamiento metodológico de la dinámica con ChatGPT” ($t=0,40$, $p=0,009$). En todos los casos anteriores los estudiantes del Grado en Turismo otorgan una mayor valoración que los de GADE (véase Figura 2). El enunciado que obtiene la mayor puntuación es “En general, estoy satisfecho con la dinámica de ChatGPT”, lo que indica una evaluación favorable del conjunto de la experiencia. En conjunto, los resultados reflejan un alto nivel de satisfacción del estudiantado con la integración de ChatGPT como herramienta de apoyo en la resolución de casos prácticos.

Figura 2. Satisfacción con el uso de ChatGPT

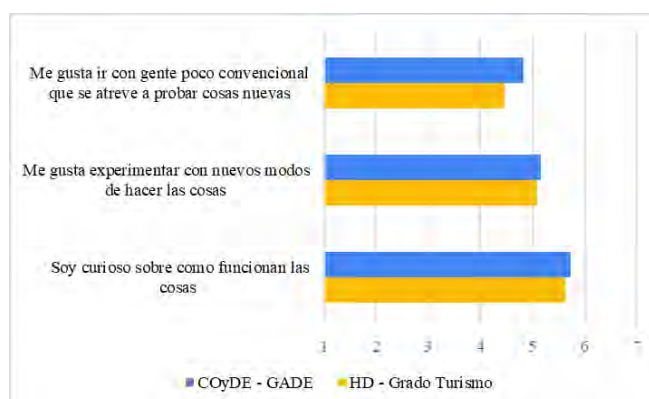


Fuente: Elaboración propia.

3.2.2 Actitud innovadora

Los datos sobre el análisis de la actitud innovadora de los estudiantes reflejan que las valoraciones medias de los ítems analizados oscilan entre 4,46 y 5,72 en una escala Likert de 7 puntos para el alumnado del Grado en Turismo y entre 4,82 y 5,72 para el de GADE (véase Figura 3). En este sentido, no existen diferencias estadísticamente significativas en la valoración de los estudiantes de ambas asignaturas, pero son los estudiantes de GADE los que otorgan una mayor puntuación a los tres ítems analizados. Destaca la alta valoración que los estudiantes de las dos titulaciones hacen sobre el ítem “Soy curioso sobre cómo funcionan las cosas” con medias superiores a 5,60 sobre 7 puntos.

Figura 3. Actitud innovadora

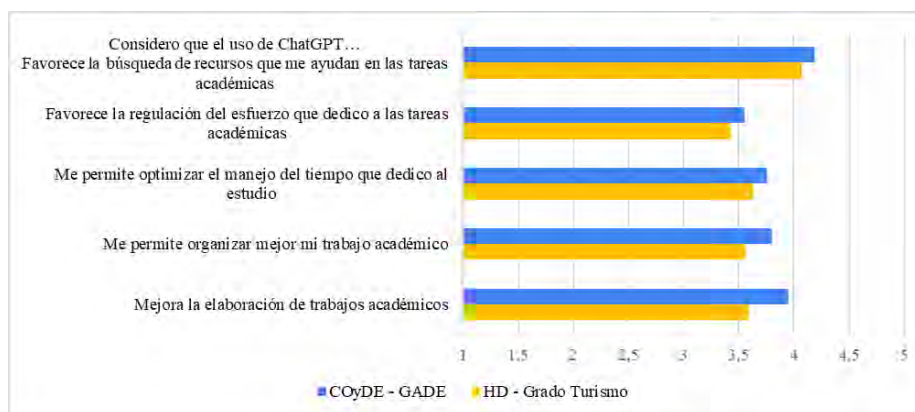


Fuente: Elaboración propia.

3.2.3 Estrategias de aprendizaje

Para el análisis, las estrategias de aprendizaje se categorizaron en dos factores: estrategias procedimentales, relacionadas con la ejecución de tareas, y estrategias de pensamiento, orientadas al procesamiento y reflexión de la información. En lo que respecta a las primeras, se observa en la figura 4 que las valoraciones medias oscilan entre 3,43 y 4,07 para los estudiantes de Turismo y entre 3,55 y 4,19 para los de GADE. Los análisis descriptivos muestran que únicamente existen diferencias estadísticamente significativas entre los estudiantes de ambas asignaturas en dos de los ítems analizados (véase Figura 4). Concretamente, los estudiantes de ADE otorgan una mayor puntuación que los estudiantes del Grado en Turismo a los enunciados “Considero que el uso de ChatGPT mejora la elaboración de trabajos académicos” ($t = -2,97$; $p = 0,05$) y “Considero que el uso de ChatGPT favorece la búsqueda de recursos que me ayudan en las tareas académicas” ($t = -1,09$; $p = 0,05$).

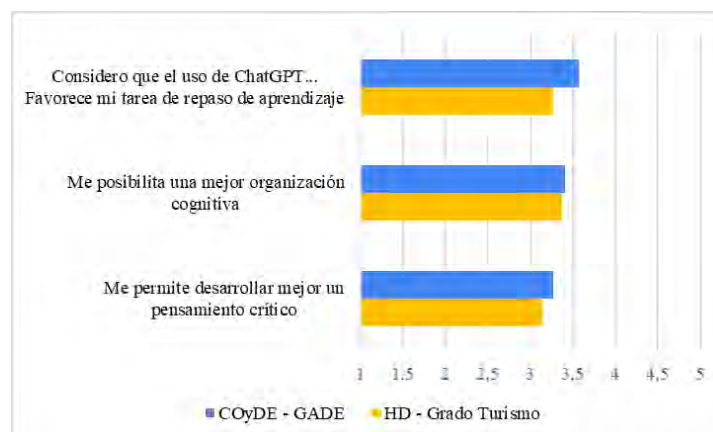
Figura 4. Estrategias procedimentales



Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a las estrategias de pensamiento, los datos que se observan en la figura 5 reflejan nuevamente como los estudiantes de ADE otorgan una mayor puntuación a los diferentes ítems analizados con medias que oscilan entre 3,27 y 3,57 puntos. Las medias de los estudiantes de Turismo se sitúan entre 3,14 y 3,27. Sin embargo, en esta ocasión no existen diferencias estadísticamente significativas entre los estudiantes de ambas asignaturas.

Figura 5. Estrategias de pensamiento



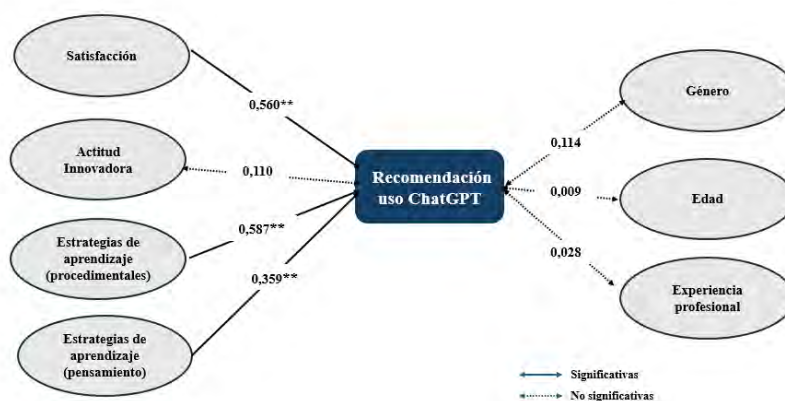
Fuente: Elaboración propia.

En general, los resultados muestran que los estudiantes de ambas titulaciones consideran que el uso de esta herramienta de IA les proporciona diferentes estrategias de aprendizaje que les beneficia en la ejecución de tareas y el procesamiento de la información en la resolución de casos prácticos.

3.2.4 Satisfacción, actitud innovadora y estrategias de aprendizaje en la recomendación de ChatGPT

Con el objetivo de examinar las relaciones entre las dimensiones propuestas se ha llevado a cabo un análisis de correlación entre las diferentes variables objeto de estudio (véase Figura 6). Como paso previo, se procedió a analizar la dimensionalidad y fiabilidad de las escalas de medida de las variables explicativas, en aras de facilitar la interpretación de los resultados, utilizando el análisis factorial exploratorio y el estadístico Alpha de Cronbach (véase anexo I). Los resultados del análisis de correlaciones de Pearson muestran que existe una asociación positiva y significativa entre la recomendación de usar ChatGPT por parte de los estudiantes y su satisfacción con el uso de la herramienta ($r = 0,560$; $p < 0,01$). Asimismo, cabe destacar la existencia de una relación positiva y significativa entre la recomendación de ChatGPT con las estrategias de aprendizaje tanto procedimentales ($r = 0,587$; $p < 0,01$) como de pensamiento ($r = 0,359$; $p < 0,01$). Por el contrario, no se observan correlaciones estadísticamente significativas entre la recomendación de uso y la actitud innovadora de los estudiantes ($r = 0,110$; $p > 0,05$), ni con las variables demográficas género ($r = 0,114$; $p > 0,05$), edad ($r = 0,009$; $p > 0,05$) y experiencia profesional ($r = 0,028$; $p > 0,05$).

Figura 6. Correlaciones entre las variables analizadas



4. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio muestran que el uso de ChatGPT como apoyo en la resolución de casos prácticos es valorado positivamente por el estudiantado de las dos asignaturas y titulaciones estudiadas, y se asocia con una disposición favorable a recomendar la herramienta. La relación consistente entre satisfacción y recomendación indica que las experiencias de uso favorables tienden a difundirse entre pares. Además, tanto los estudiantes que adoptan estrategias de aprendizaje de carácter procedimental (organización del trabajo, gestión del tiempo, elaboración de tareas), como de pensamiento (pensamiento crítico, organización cognitiva, etc.) recomiendan ChatGPT. Finalmente, se debe resaltar que ni la actitud innovadora del estudiante, ni su género, edad o experiencia profesional previa parecen ser factores determinantes en la recomendación de esta herramienta de IA. En este sentido, y en lo que respecta a la actitud innovadora, diversos estudios han destacado que esta variable desempeña un papel relevante en la adopción de tecnologías basadas en inteligencia artificial [26, 29, 30]. Sin embargo, los resultados de este estudio no sugieren una relación significativa entre ambas variables. Una posible explicación a este resultado puede ser que los estudiantes con mayor actitud innovadora tienden a valorar más positivamente el uso de ChatGPT [1, 28], pero esta valoración positiva no necesariamente se traduce en una intención explícita de recomendar su uso. Así, la recomendación de uso de ChatGPT puede estar más vinculada a su satisfacción percibida tras la utilización y el aprendizaje percibido, que a rasgos disposicionales como la actitud innovadora.

En conclusión, estas evidencias respaldan la integración de ChatGPT como recurso pedagógico complementario, especialmente en actividades aplicadas, siempre que su uso esté mediado por una orientación docente que promueva la verificación de la información, el análisis crítico y la reflexión ética, con objetivos de aprendizaje claramente definidos y

criterios explícitos de calidad de la evidencia, y evitando que la herramienta sustituya procesos reflexivos y de elaboración personal por parte del alumnado.

Finalmente, debe indicarse que este estudio se desarrolló en una única universidad y en dos asignaturas concretas, por lo que los resultados deben interpretarse con cautela antes de generalizarlos. De cara a futuras investigaciones, sería pertinente ampliar el análisis a otras titulaciones y universidades, tanto nacionales como internacionales, para contrastar y validar los hallazgos en contextos más diversos. También resultaría interesante examinar cómo evolucionan las percepciones del alumnado tras un uso continuado de la herramienta. Asimismo, futuras líneas de trabajo podrían incorporar modelos de ecuaciones estructurales para profundizar en la comprensión de las relaciones causales entre las variables analizadas, o bien adoptar enfoques metodológicos mixtos que combinen análisis cualitativos y cuantitativos. Este tipo de aproximaciones permitirían obtener una visión más completa sobre cómo el estudiantado integra ChatGPT en su proceso de aprendizaje y cómo esta interacción contribuye al desarrollo de competencias cognitivas y éticas en la educación superior.

REFERENCIAS

- [1] Almulla, M. A.: Investigating influencing factors of learning satisfaction in AI ChatGPT for research: University students perspective. *Heliyon*, 10(11) (2024).
- [2] Acosta-Enriquez, B. G., Arbulú Ballesteros, M. A., Huamaní Jordan, O., López Roca, C., Saavedra Tirado, K.: Analysis of college students' attitudes toward the use of ChatGPT in their academic activities: effect of intent to use, verification of information and responsible use. *BMC psychology*, 12(1), 255 (2024).
- [3] Ngo, T. T. A.: The perception by university students of the use of ChatGPT in education. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (Online)*, 18(17), 4 (2023).
- [4] Zhai, X.: ChatGPT user experience: Implications for education. *Available at SSRN 4312418* (2022).
- [5] Romero-Rodríguez, J. M., Ramírez-Montoya, M. S., Buenestado-Fernández, M., Lara-Lara, F.: Use of ChatGPT at university as a tool for complex thinking: Students' perceived usefulness. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(2), 323-339 (2023).
- [6] Ngo, T. T. A., Tran, T. T., An, G. K., Nguyen, P. T.: ChatGPT for educational purposes: Investigating the impact of knowledge management factors on student satisfaction and continuous usage. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 17, 1341-1352 (2024).
- [7] Else, H.: By chatgpt fool scientists. *Nature*, 613, 423 (2023).
- [8] Farrokhnia, M., Banihashem, S. K., Noroozi, O., Wals, A.: A SWOT analysis of ChatGPT: Implications for educational practice and research. *Innovations in education and teaching international*, 61(3), 460-474 (2024).
- [9] Strzelecki, A.: To use or not to use ChatGPT in higher education? A study of students' acceptance and use of technology. *Interactive learning environments*, 32(9), 5142-5155 (2024).
- [10] Urban, M., Děchtěrenko, F., Lukavský, J., Hrabalová, V., Svacha, F., Brom, C., Urban, K.: ChatGPT improves creative problem-solving performance in university students: An experimental study. *Computers & Education*, 215, 105031 (2024).
- [11] Rasul, T., Nair, S., Kalendra, D., Robin, M., de Oliveira Santini, F., Ladeira, W. J., ... Heathcote, L.: The role of ChatGPT in higher education: Benefits, challenges, and future research directions. *Journal of Applied Learning and Teaching*, 6(1), 41-56 (2023).
- [12] Lo, C. K.: What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature. *Education Sciences*, 13(4), 410 (2023).
- [13] Zawacki-Richter, O., Marín, V. I., Bond, M., Gouverneur, F.: 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), 1-27 (2019).
- [14] Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., ... Kasneci, G.: ChatGPT for good? On opportunities and challenges of large language models for education. *Learning and individual differences*, 103, 102274 (2023).
- [15] Pabreja, K., Pabreja, N.: Understanding College Students' Satisfaction With ChatGPT: An Exploratory And Predictive Machine Learning Approach Using Feature Engineering. *MIER Journal of Educational Studies Trends and Practices*, 37-63 (2024).

- [16] Yassin, A., Bashir, A.: Student Satisfaction with The Use of Chat-GPT as A Learning Resource. *Vocational: Journal of Educational Technology*, 1(1), 1-7 (2024).
- [17] Pasupuleti, R. S., Thiyyagura, D.: An empirical evidence on the continuance and recommendation intention of ChatGPT among higher education students in India: An extended technology continuance theory. *Education and Information Technologies*, 29(14), 17965-17985 (2024).
- [18] Bouebdallah, N., Youssef, W. A. B.: Assessing students' intention to adopt generative artificial intelligence. *Journal of Accounting Education*, 72, 100984 (2025).
- [19] Luo, M. M., Chea, S., Bui, T. X.: Post-adoption behavior of digital media: the merge of U&G theory and affect event theory (2016).
- [20] Bouteraa, M., Bin-Nashwan, S. A., Al-Daihani, M., Dirie, K. A., Benlahcene, A., Sadallah, M., ... Chekima, B.: Understanding the diffusion of AI-generative (ChatGPT) in higher education: Does students' integrity matter?. *Computers in Human Behavior Reports*, 14, 100402 (2024).
- [21] Yu, C., Yan, J., Cai, N.: ChatGPT in higher education: factors influencing ChatGPT user satisfaction and continued use intention. In *Frontiers in Education* (Vol. 9, p. 1354929). Frontiers Media SA (2024).
- [22] Ngo, T. T. A., An, G. K., Nguyen, P. T., Tran, T. T.: Unlocking Educational Potential: Exploring Students' Satisfaction and Sustainable Engagement with ChatGPT Using the ECM Model. *Journal of Information Technology Education: Research*, 23(1) (2024).
- [23] Xu, C., Peak, D., Prybutok, V.: A customer value, satisfaction, and loyalty perspective of mobile application recommendations. *Decision Support Systems*, 79, 171-183 (2015).
- [24] Kim, S. Y., Kim, J.: The impact of AI recommendation quality on service satisfaction: the moderating roles of standardization and customization. *Journal of Services Marketing*, 39(4), 365-386 (2025).
- [25] Nan, D., Sun, S., Zhang, S., Zhao, X., Kim, J. H.: Analyzing behavioral intentions toward Generative Artificial Intelligence: the case of ChatGPT. *Universal Access in the Information Society*, 24(1), 885-895 (2025).
- [26] Strzelecki, A.: Students' acceptance of ChatGPT in higher education: An extended unified theory of acceptance and use of technology. *Innovative higher education*, 49(2), 223-245 (2024b).
- [27] Pham, L., Klaus, T., Bateh, J.: Key factors influencing intention to use ChatGPT: An empirical study of US students. *Acta Psychologica*, 260, 105516 (2025).
- [28] García-Alonso, E. M., León-Mejía, A. C., Sánchez-Cabrero, R., Guzmán-Ordaz, R.: Training and technology acceptance of ChatGPT in university students of social sciences: A netcoincidental analysis. *Behavioral sciences*, 14(7), 612 (2024).
- [29] Lee, K. Y., Sheehan, L., Lee, K., Chang, Y.: The continuation and recommendation intention of artificial intelligence-based voice assistant systems (AIVAS): the influence of personal traits. *Internet Research*, 31(5), 1899-1939 (2021).
- [30] Sadewo, S. T., Ratnawati, S., Giovanni, A., Widayanti, I.: The Influence of Personal Innovativeness on ChatGPT Continuance Usage Intention among Students. *SATESI: Jurnal Sains Teknologi dan Sistem Informasi*, 5(1), 88-98 (2025).
- [31] Juste, M. P., López, B. R.: Learning strategies in higher education. *International journal of Learning*, 17(1), 259-274 (2010).
- [32] Beltrán, J.: Estrategias de aprendizaje. *Revista de educación*, 332(4), 55-73 (2003).
- [33] Weinstein, C. E., Mayer, R. E.: The teaching of learning strategies. In *Innovation abstracts* (Vol. 5, No. 32, p. n32) (1983).
- [34] Chiu, T. K.: A classification tool to foster self-regulated learning with generative artificial intelligence by applying self-determination theory: A case of ChatGPT. *Educational technology research and development*, 72(4), 2401-2416 (2024).
- [35] Guo, Y., Lee, D.: Leveraging ChatGPT for enhancing critical thinking skills. *Journal of Chemical Education*, 100(12), 4876-4883 (2023).
- [36] Garcia-Valcarcel Munoz-Repiso, A., Tejedor Tejedor, F. J.: Student perception of the value of ICT's in their learning strategies and their relation to performance. *EDUCACION XXI*, 20(2), 137-159 (2017).
- [37] Dorta-Afonso, D.: Teaching organizational behavior in the bachelor of tourism through the case study method. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 25, 100204 (2019).
- [38] Aguiar-Castillo, L., Clavijo-Rodriguez, A., Hernández-López, L., De Saa-Pérez, P., Pérez-Jiménez, R.: Gamification and deep learning approaches in higher education. *Journal of Hospitality, Leisure, Sport & Tourism Education*, 29, 100290 (2021).

ANEXO I. Dimensionalidad y fiabilidad de las escalas de medida

Variables		Items	Com.	Factor loading	Cronbach's alpha
Satisfacción con el uso de ChatGPT		Me ha gustado el planteamiento metodológico de la dinámica con ChatGPT	0.753	0.911	0.914
		La dinámica con ChatGPT ha sido una experiencia positiva	0.824	0.908	
		En general, mi experiencia con esta dinámica de resolución de caso ha sido positiva	0.786	0.886	
		Mi satisfacción con el trabajo realizado y con mi rendimiento es adecuada	0.548	0.868	
		En general, estoy satisfecho con la dinámica de ChatGPT	0.829	0.741	
		Varianza explicada			74.80
		Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo			0.854
		Prueba de esfericidad de Bartlett			1028.00***
Actitud innovadora		Soy curioso sobre cómo funcionan las cosas	0.609	0.863	0.687
		Me gusta experimentar con nuevos modos de hacer las cosas	0.745	0.781	
		Me gusta ir con gente poco convencional que se atreve a probar cosas nuevas	0.477	0.690	
		Varianza explicada			61.02
		Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo			0.598
		Prueba de esfericidad de Bartlett			150.44***
Estrategias de aprendizaje	Procedimentales	Considero que el uso de ChatGPT...			0.882
		favorece la búsqueda de recursos que me ayudan en las tareas académicas	0.628	0.777	
		me permite organizar mejor mi trabajo académico	0.655	0.752	
		me permite optimizar el manejo del tiempo que dedico al estudio	0.597	0.734	
		favorece la regulación del esfuerzo que dedico a las tareas académicas	0.585	0.723	
		mejora la elaboración de trabajos académicos	0.589	0.713	
	De pensamiento	me permite desarrollar mejor un pensamiento crítico	0.856	0.919	
		me posibilita una mejor organización cognitiva	0.712	0.725	
		favorece mi tarea de repaso de aprendizaje	0.620	0.656	
		Varianza explicada			65.54
		Medida Kaiser-Meyer-Olkin de adecuación de muestreo			0.875
		Prueba de esfericidad de Bartlett			956.41***

Nota: ***p < 0.001

Fuente: Elaboración propia.

Laboratorio Remoto Diferido para la Enseñanza de Flotabilidad y Estabilidad en Ingeniería Naval: Experiencia en la ULPGC.

Manuel J. Chica González^a [0000-0002-3580-0935], África Marrero^{*a} [0000-0003-2949-5169], Alba Martínez-López^a [0000-0003-4464-0600] and Marcos Míguez-González^b [0000-0002-1767-8411] ^aDepartamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España ^bDepartamento de Ingeniería Naval e Industrial, Universidade da Coruña, España.

RESUMEN

En la formación de los futuros ingenieros navales, la comprensión profunda de los principios de flotabilidad y estabilidad de los buques requiere la combinación de teoría y práctica. Las actividades experimentales desempeñan un papel esencial, ya que permiten observar de manera directa los fenómenos físicos que sustentan el comportamiento de las embarcaciones. Sin embargo, la disponibilidad limitada de recursos materiales, el espacio restringido y el acceso reducido a laboratorios especializados dificultan en muchos casos la realización de prácticas presenciales. Con el objetivo de superar estas limitaciones, se ha desarrollado e implantado un laboratorio remoto diferido que permite al estudiante llevar a cabo de manera virtual la práctica denominada “Experiencia de Estabilidad” sobre un modelo a escala de buque. Este entorno remoto posibilita la interacción con equipos experimentales reales a través de una plataforma digital, garantizando la autenticidad de los resultados obtenidos. El diseño pedagógico del laboratorio se basa en la metodología de aula invertida (flipped classroom), fomentando el aprendizaje autónomo y activo del alumnado. Los estudiantes preparan previamente los cálculos teóricos y los datos iniciales del ensayo, para posteriormente verificar y analizar sus resultados en línea, de forma individual y asincrónica. Esta estrategia favorece la comprensión de los conceptos de estabilidad y la adquisición de competencias técnicas y digitales. En conjunto, la iniciativa representa una innovación docente que amplía las oportunidades formativas y mejora la accesibilidad a experiencias experimentales en la enseñanza de la ingeniería naval.

Palabras clave: Laboratorios Remotos, Aula Invertida, Flotabilidad y Estabilidad, Aprendizaje Experimental, Ingeniería Naval.

1. INTRODUCCIÓN

El avance tecnológico ha impulsado la creación de múltiples herramientas digitales que han transformado los procesos de enseñanza y aprendizaje en todos los niveles educativos. Sin embargo, reemplazar las prácticas de laboratorio tradicionales continúa siendo un reto importante [1]. Estas actividades prácticas son esenciales en la formación de los estudiantes, ya que les permiten desarrollar competencias clave como el diseño de experimentos, el manejo de instrumentos específicos para la medición de variables y la interpretación de resultados dentro de su área de estudio [2]. La ausencia de experiencias experimentales reales puede limitar el desarrollo de habilidades técnicas y analíticas, especialmente en disciplinas donde la comprensión práctica de los fenómenos físicos resulta indispensable.

En este contexto, los laboratorios remotos se presentan como una alternativa innovadora que facilita la realización de prácticas experimentales sin la necesidad de que el estudiante esté físicamente presente en un laboratorio [3-5]. Este tipo de entorno resulta especialmente útil cuando existen limitaciones de recursos o en circunstancias excepcionales, como la pandemia de COVID-19, que restringió el acceso a las instalaciones presenciales. Mediante estas plataformas, los alumnos pueden realizar experimentos de forma remota, mejorando la accesibilidad, la flexibilidad y la inclusión en el proceso formativo [6].

A pesar de sus ventajas, los Laboratorios Remotos (LR) deben seguir evolucionando para ofrecer experiencias más inmersivas y seguras, además de garantizar una adecuada calidad del servicio [7]. El desarrollo futuro de estas

herramientas puede enfocarse en la incorporación de tecnologías avanzadas que mejoren la interacción en tiempo real y fomenten la colaboración entre estudiantes e instructores [8].

Diversos estudios han demostrado que los LR incrementan la eficacia del aprendizaje frente a otros métodos, como las simulaciones virtuales o los tutoriales grabados, ya que promueven la autonomía y el aprendizaje activo [9]. De hecho, se consideran un componente clave dentro de los modelos educativos actuales, apoyando la formación continua y el desarrollo de competencias técnicas [10]. Asimismo, la implementación de estrategias pedagógicas estructuradas, como el modelo ADDIE, resulta fundamental para optimizar su impacto educativo [11].

Dentro de esta evolución, los LR se clasifican en dos tipos principales: los Laboratorios Remotos en Tiempo Real (LRTR) y los Laboratorios Remotos Diferidos (LRD). En los primeros, los estudiantes interactúan con los equipos en tiempo real, realizando acciones como manipular válvulas o controlar un robot de forma síncrona. En cambio, los LRD ofrecen experiencias previamente registradas en un laboratorio físico. Mediante su interfaz, los estudiantes trabajan con datos reales y pueden participar simultáneamente en la actividad, manteniendo un alto nivel de realismo y participación.[3,12].

En este trabajo se presenta el LRD de Flotabilidad y Estabilidad, diseñado para los estudiantes de tercer curso del Grado en Ingeniería en Tecnología Naval de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Este entorno permite realizar de forma remota el ensayo de “Experiencia de Estabilidad” sobre un prototipo flotante a escala, con el objetivo de calcular la altura del centro de gravedad sobre la línea base (KG). El experimento consiste en desplazar pesos definidos transversalmente sobre el modelo para medir su escora y determinar los parámetros de estabilidad. El LRD incluye animaciones y videos cortos de cada etapa del proceso experimental, organizados en módulos que recrean con la mayor fidelidad posible la experiencia real de laboratorio. La actividad se desarrolla bajo la metodología de aula invertida, donde los estudiantes preparan previamente los datos y cálculos teóricos, y luego verifican sus resultados y obtienen el ensayo final de forma individual y remota [13-15].

2. METODOLOGÍA

La experiencia de estabilidad constituye un procedimiento práctico destinado a determinar la altura metacéntrica de un buque en una condición de carga conocida. A partir de este valor es posible calcular la altura del centro de gravedad (KG), parámetro fundamental para evaluar el comportamiento del buque ante escoras y garantizar su seguridad en distintas condiciones de operación. Esta técnica, ampliamente utilizada en el ámbito naval, mantiene plena vigencia como método experimental de referencia, tanto en buques reales como en modelos a escala, por su fiabilidad y relevancia en la determinación de la estabilidad transversal.

Su aplicación resulta esencial para los futuros ingenieros navales, ya que les permite comprender de forma práctica los principios hidrostáticos y la relación entre el desplazamiento de pesos y las variaciones de equilibrio del buque. Dominar esta metodología contribuye al desarrollo de competencias profesionales directamente vinculadas con el diseño y la evaluación de embarcaciones seguras y eficientes.

Para llevar a cabo la experiencia de estabilidad, se requiere la utilización de los siguientes elementos:

- Péndulo de medición: dispositivo encargado de registrar los ángulos de escora del buque durante el ensayo.
- Tanque con líquido amortiguador: recipiente con agua o aceite donde se sumerge el extremo del péndulo, con el fin de reducir las oscilaciones y mejorar la precisión de las lecturas.
- Conjunto de pesos calibrados: masas de valor conocido que se desplazan transversalmente a bordo del buque o modelo, generando variaciones controladas en su estabilidad.

En el laboratorio de Ingeniería Naval de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles (EIIC) de la ULPGC se dispone de un prototipo de artefacto flotante a escala (Figura 1) y de un depósito de agua (Figura 2) destinados al desarrollo de las prácticas de flotabilidad y estabilidad. Entre ellas, se incluye la realización de la experiencia de estabilidad, que permite al alumnado aplicar los conocimientos teóricos adquiridos en un entorno controlado y observar directamente los efectos del desplazamiento de pesos sobre el equilibrio del artefacto flotante.



Figura 1. Prototipo de artefacto flotante a escala



Figura 2. Depósito de agua del laboratorio

El laboratorio de ingeniería naval presenta actualmente algunas limitaciones operativas derivadas de la disponibilidad de un único modelo a escala y de un solo depósito de agua para la realización de los ensayos. Esta restricción impide que varios grupos de estudiantes puedan desarrollar las prácticas de manera simultánea, lo que reduce la eficiencia del proceso de aprendizaje y limita las oportunidades de repetir los experimentos para reforzar los conceptos teóricos. Además, la planificación de las sesiones prácticas se ve condicionada por la necesidad de coordinar los turnos de uso del equipamiento, lo que puede generar demoras y una menor continuidad en el aprendizaje experimental.

Estas limitaciones ponen de manifiesto la necesidad de adoptar soluciones innovadoras que mejoren la accesibilidad, la flexibilidad y la calidad de las prácticas en la asignatura de Flotabilidad y Estabilidad. En respuesta a esta situación, se diseñó un LRD capaz de reproducir la experiencia de estabilidad desarrollada en el laboratorio físico, permitiendo a los estudiantes realizar la práctica de forma virtual, individual y asincrónica.

El LRD se concibió como una herramienta complementaria que no sustituye la práctica presencial, sino que amplía las posibilidades de aprendizaje al permitir que el alumnado interactúe con material audiovisual y datos reales del experimento. Para estructurar la experiencia, se elaboró un cuestionario interactivo en la plataforma Moodle, que guía a los estudiantes en cada fase del ensayo. Esta actividad se integra bajo la metodología de aula invertida, fomentando que los alumnos preparen previamente los cálculos y conceptos teóricos antes de enfrentarse al desarrollo virtual del experimento.

2.1 Diseño de Laboratorio Remoto Diferido.

Para la realización de la práctica de experiencia de estabilidad del artefacto flotante, se emplearon los elementos descritos en el apartado anterior, complementados con una cámara Insta 360 Link 2 para registrar las diferentes etapas del ensayo. Los vídeos obtenidos proporcionan al alumnado la información necesaria para calcular la altura vertical del centro de gravedad (KG) del modelo a escala, permitiendo seguir el desarrollo de cada fase de la práctica de forma clara y precisa.

- Fase 1: Configuración inicial de los pesos en crujía del artefacto flotante. En esta etapa se realizan las lecturas de calados en proa y popa, así como los grados de escora hacia estribor o babor.

- Fase 2: Desplazamiento del peso desde la crujía hasta un tercio de la manga a estribor. Se registran los calados en proa y popa, junto con el ángulo de escora hacia estribor.
- Fase 3: Traslado del peso desde la crujía hasta dos tercios de la manga de estribor, repitiendo las lecturas de calados y grados de escora hacia dicho costado.
- Fase 4: Ubicación del peso en el costado de la manga de estribor, procediendo nuevamente a la lectura de calados en proa y popa y del ángulo de escora.
- Fase 5: Movimiento del peso desde la crujía hasta un tercio de la manga de babor, con las correspondientes mediciones de calados y escora hacia babor.
- Fase 6: Desplazamiento del peso a dos tercios de la manga de babor, repitiendo las mediciones de calados y ángulo de escora.
- Fase 7: Colocación del peso en el costado de la manga de babor, efectuando las últimas lecturas de calados en proa y popa, así como los grados de escora hacia ese lado.

2.2 Implementación del Laboratorio Remoto Diferido en un entorno Moodle con Aula Invertida

Con el objetivo de implementar el LDR en un entorno de enseñanza virtual, se ha seleccionado Moodle como plataforma, debido a su amplia aceptación en la educación superior y a su capacidad para integrar de manera flexible recursos multimedia, bases de datos y herramientas interactivas.

Se desarrollará un espacio virtual organizado en módulos de aprendizaje, diseñado para guiar al estudiante a través de cada fase del experimento de forma estructurada y progresiva. Este entorno incluirá los siguientes elementos:

- Repositorio multimedia: Se emplearán los recursos “Archivo” y “Carpeta” de Moodle para almacenar y organizar los vídeos correspondientes a las distintas fases de los experimentos, mostrando diversas condiciones de carga y estabilidad.
- Lecciones interactivas: A través del módulo “Lección”, se presentarán los conceptos teóricos relacionados con la estabilidad y se guiará a los estudiantes mediante un itinerario de aprendizaje que incluye explicaciones y preguntas de autoevaluación.
- Hojas de cálculo dinámicas: Se integrarán simulaciones en Excel o Google Sheets dentro de Moodle, permitiendo la realización automática de cálculos de estabilidad y facilitando la interpretación de los resultados obtenidos.
- Cuestionarios de comparación de datos: Mediante el módulo “Cuestionario”, los alumnos podrán contrastar los valores experimentales con los resultados teóricos correspondientes.
- Entrega de informes: A través del módulo “Tareas”, los estudiantes podrán subir sus análisis y conclusiones en formato de informe académico.
- Foros de discusión: Se habilitarán espacios de debate donde los estudiantes podrán compartir observaciones, dudas y reflexiones sobre los experimentos realizados.

El diseño del laboratorio virtual se fundamenta en la metodología de aula invertida, de manera que los estudiantes preparen previamente los conceptos y cálculos necesarios antes de interactuar con los materiales del laboratorio. Este enfoque permite maximizar el aprendizaje autónomo y la comprensión de los fenómenos de estabilidad, tal como se ilustra en el esquema siguiente:

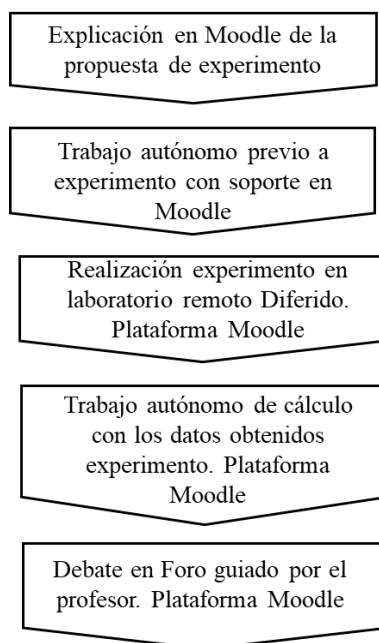


Figura 3. Esquema General de las actividades de aula invertida desarrolladas en Moodle

La evaluación de la experiencia de implementación del LRD se plantea mediante un enfoque mixto que combina técnicas cuantitativas y cualitativas. Se prevé la aplicación de cuestionarios al alumnado y al profesorado para valorar aspectos como la usabilidad de la plataforma, la percepción de aprendizaje, la motivación y la utilidad del recurso en el desarrollo de competencias prácticas. Asimismo, se analizarán indicadores de participación en Moodle, incluyendo el tiempo de conexión, la realización de actividades y los resultados obtenidos en los cuestionarios asociados a las prácticas. De manera complementaria, se contemplan entrevistas y grupos focales que permitan recoger observaciones, sugerencias de mejora y percepciones sobre la experiencia, con el objetivo de optimizar el diseño y la integración del LRD en futuras ediciones de la asignatura.

3. RESULTADOS

La implementación del LRD de Flotabilidad y Estabilidad en Moodle ha permitido crear un entorno de aprendizaje flexible, interactivo y accesible, integrando vídeos de los experimentos, bases de datos y simulaciones que facilitan la comprensión de los principios de estabilidad de los artefactos flotantes. Esta solución tecnológica ofrece a los estudiantes la posibilidad de acceder a experiencias prácticas sin depender de laboratorios físicos en tiempo real, lo que amplía significativamente las oportunidades de aprendizaje en ingeniería naval y fomenta la participación activa en los ensayos. Además, la plataforma Moodle posibilita el seguimiento del progreso individual de cada estudiante, la evaluación de su desempeño y la entrega de retroalimentación inmediata, favoreciendo un aprendizaje personalizado y más efectivo.

Los resultados preliminares obtenidos hasta la fecha sugieren que la incorporación del LR ha contribuido a mejorar la comprensión de los conceptos de estabilidad entre los alumnos de la asignatura de Flotabilidad y Estabilidad, así como a incrementar su implicación en las actividades experimentales. No obstante, aún no se dispone de una base de datos completa y representativa que permita realizar un análisis cuantitativo riguroso de los resultados, comparando de manera precisa los desempeños previos y posteriores a la implementación de la herramienta.

Este proceso requiere tiempo, dado que es necesario acumular evidencias suficientes que respalden la validez estadística de los resultados obtenidos. La evaluación del impacto educativo se está llevando a cabo de forma progresiva y formativa, centrada en optimizar el diseño pedagógico del laboratorio, mejorar su funcionalidad y facilitar la adaptación del alumnado a esta modalidad innovadora. Se espera que, en fases futuras del proyecto, los datos recopilados permitan

ofrecer una valoración más detallada y cuantificable sobre la mejora en la comprensión de conceptos, la motivación del alumnado y el desarrollo de competencias prácticas esenciales en el ámbito de la ingeniería naval.

4. CONCLUSIONES

El LRD de Flotabilidad y Estabilidad constituye una solución eficaz para complementar la formación práctica en ingeniería naval. La posibilidad de que los estudiantes realicen los experimentos de manera remota e individual, desde cualquier ubicación, representa un avance notable en la educación técnica, al optimizar recursos y facilitar el acceso al conocimiento práctico sin depender de la disponibilidad de laboratorios físicos.

Durante la fase de diseño y presentación del proyecto, el alumnado ha mostrado un marcado interés por su implementación, destacando la oportunidad de realizar las prácticas de flotabilidad y estabilidad de forma más flexible y autónoma. Este entusiasmo refleja la motivación de los estudiantes por integrar herramientas tecnológicas que amplíen las experiencias experimentales más allá del entorno presencial, confirmando la relevancia y el potencial del LRD como recurso innovador en la formación práctica de ingeniería naval.

De cara al futuro, el laboratorio podría ampliarse incorporando nuevas prácticas y mejorando la interactividad de los ensayos de estabilidad, consolidando así su papel como herramienta central en la enseñanza de la ingeniería naval. La experiencia adquirida en el diseño e implementación de este entorno virtual puede aplicarse también a otras asignaturas técnicas universitarias que involucren prácticas de laboratorio estructuradas, especialmente en aquellas áreas donde la infraestructura física es limitada o los recursos son escasos. Disciplinas como mecánica de materiales, termodinámica, hidráulica, electrónica, control automático, robótica, análisis de estructuras o química industrial podrían beneficiarse de la adopción de este enfoque.

En estos contextos, los LRD permitirían grabar y modularizar prácticas clave en formato de vídeo, complementadas con hojas de cálculo dinámicas, formularios de análisis, cuestionarios interactivos y foros de discusión, siguiendo el modelo desarrollado en la asignatura de Flotabilidad y Estabilidad. Esta estrategia fomenta un aprendizaje más autónomo, flexible y accesible, garantizando que todos los estudiantes, independientemente de sus condiciones logísticas, puedan participar en experiencias experimentales significativas.

Asimismo, la integración de estas prácticas en plataformas virtuales como Moodle posibilita un seguimiento detallado del progreso del alumnado y la incorporación de metodologías activas, como el aula invertida, que fortalecen el aprendizaje significativo y favorecen la adquisición de competencias prácticas. De esta manera, los LRD pueden consolidarse como un componente transversal y escalable dentro del ecosistema de la educación superior técnica, aportando innovación y accesibilidad a la formación experimental universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecen la financiación recibida para la realización de este proyecto por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria a través del proyecto conjunto de innovación educativa: PIE 2023-10-56-73.

REFERENCIAS

1. M. Pesa, S. D. V. Bravo, S. Pérez, y M. Villafuerte, "Las actividades de laboratorio en la formación de ingenieros: propuesta para el aprendizaje de los fenómenos de conducción eléctrica," *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, vol. 31, no. 3, pp. 642, 2014, <https://doi.org/10.5007/2175-7941.2014v31n3p642>
2. A. P. Pérez-Fortes, J. C. G. Ruiz, E. R. Pozo, y A. E. Díaz, *Importancia de las clases de laboratorio en la motivación de los alumnos de la asignatura Materiales Construcción*, en *Innovaciones docentes en tiempos de pandemia. Actas del VI Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación*, CINAIV 2021, pp. 286-289, Servicio de publicaciones, 2021.

3. I. N. Da Silva, J. García-Zubía, U. Hernández-Jayo, J. Bosco, y M. Alves, "Extended remote laboratories: A systematic review of the literature from 2000 to 2022," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 94780–94804, 2023, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3271524>
4. R. Zamora Musa, "Laboratorios remotos: actualidad y tendencias futuras," *Scientia et Technica*, año XVII, no. 51, pp. 113–118, 2012.
5. L. E. Argota Vega y B. Bron Fonseca, "Estudio sobre evaluación de competencias en la plataforma de laboratorios remotos," *Serie Científica de la Universidad de las Ciencias Informáticas*, vol. 12, no. 2, pp. 54–66, 2019. Disponible en: <http://publicaciones.uci.cu>
6. L. Angrisani, F. Bonavolontà, M. D'Arco, y A. Liccardo, "A flexible remote laboratory with programmable device under test," *Measurement: Journal of the International Measurement Confederation*, vol. 156, 2020, <https://doi.org/10.1016/j.measurement.2020.107584>
7. I. N. Da Silva, J. García-Zubía, U. Hernández-Jayo, y J. B. D. M. Alves, "Extended Remote Laboratories: A Systematic Review of the Literature From 2000 to 2022," *IEEE Access*, vol. 11, pp. 94780–94804, 2023, <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2023.3271524>
8. L. De La Torre, R. Heradio, C. A. Jara, J. Sanchez, S. Dormido, F. Torres, y F. A. Candelas, "Providing collaborative support to virtual and remote laboratories," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 6, no. 4, pp. 312–323, 2013, <https://doi.org/10.1109/TLT.2013.20>
9. D. Pang, S. Cui, y G. Yang, "Remote Laboratory as an Educational Tool in Robotics Experimental Course," *International Journal of Emerging Technologies in Learning*, vol. 17, no. 21, pp. 230–245, 2022, <https://doi.org/10.3991/ijet.v17i21.33791>
10. L. Gomes y S. Bogosyan, "Current trends in remote laboratories," *IEEE Transactions on Industrial Electronics*, vol. 56, no. 12, pp. 4744–4756, 2009, <https://doi.org/10.1109/TIE.2009.2033293>
11. M. Cooper y J. M. M. Ferreira, "Remote laboratories extending access to science and engineering curricular," *IEEE Transactions on Learning Technologies*, vol. 2, no. 4, pp. 342–353, 2009, <https://doi.org/10.1109/TLT.2009.43>
12. S. W. Tuttle, "Information preferences of engineering educators faced with remote laboratory adoption decisions," *University of Technology Sydney*, 2021.
13. J. Nouri, "The flipped classroom: for active, effective and increased learning – specially for low achievers," *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, vol. 13, no. 33, 2016, <https://doi.org/10.1186/s41239-016-0032-z>
14. D. A. Navarrete Solórzano, M. Rodríguez Gámez, y M. E. Moya Martínez, "Active methodologies in the classrooms," *International Journal of Psychosocial Rehabilitation*, no. February, 2020, <https://doi.org/10.37200/IJPR/V24I5/PR2020566>
15. J. S. Quiroz, "Una propuesta de modelo para introducir metodologías activas en educación superior," *Revista 17*, no. 73, pp. 15, 2017.

Aprendizaje experiencial y cooperativo de las operaciones básicas de destilación y absorción mediante la práctica con torres piloto.

Yumara Beatriz Martín Cruz^a[0000-0002-5405-6347], Luis Jesús Fernández Suárez^a[0000-0002-6924-3444], Juan José Santana Rodríguez^a[0000-0002-3030-2195], Ricardo Alexis Liria Romero^a, Carlos Alberto Mendieta Pino^a[0000-0002-1808-0112] y Juan Carlos Lozano Medina^a[0009-0005-4985-9339]

^a GIE-60 Grupo de Innovación Educativa en Ingenierías Químicas y de Sistemas y Automática.
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria

ABSTRACT

El desarrollo de cualquier proceso químico lleva consigo una gran variedad de operaciones unitarias, siendo el control de las mismas una de las tareas principales de los ingenieros químicos. Asimismo, presentar una buena organización de las tareas de cada operario es fundamental para el correcto funcionamiento del proceso. El objetivo que se pretende alcanzar con esta actividad es la formación de los alumnos del Grado de Ingeniería Química Industrial de dos operaciones unitarias muy extendidas en la industria actual, la destilación y la absorción, mediante la maniobra de torres piloto y la asignación de roles y tareas específicas. Con esta práctica, se pretende fomentar el pensamiento crítico de los alumnos, incentivar su capacidad resolutoria ante los posibles problemas que puedan surgir, promover el trabajo cooperativo por la propia asignación de tareas y, finalmente, llevar a la práctica los conceptos teóricos dados en clase, viendo su aplicación en casos reales. La evaluación de esta actividad se llevó a cabo mediante dos vías: la entrega de un informe final del alumno para el aprendizaje individual y una rúbrica para el aprendizaje cooperativo y mediante una encuesta a los alumnos, evaluándose aspectos como la adecuación del material docente y la satisfacción global. Los resultados obtenidos mostraron una buena consecución del objetivo planteado. Los informes fueron bastante completos y las tareas fueron desarrolladas de forma ordenada y entusiasta. La aceptación de la actividad por parte del estudiantado fue evaluada positivamente, con puntuaciones bastantes elevadas, superiores, en su mayoría a 9 puntos sobre 10.

Keywords: *aprendizaje basado en casos*, *estructura industrial*, *ingeniería química*, *operaciones unitarias*, *prácticas de laboratorio*, *trabajo colaborativo*, *asignación de roles*, *combinación con técnicas de simulación*

1. INTRODUCCIÓN

Los procesos químicos industriales se llevan a cabo en complejas instalaciones (Figura 1), en las que cada equipo (operación unitaria) realiza una transformación concreta sobre la materia, de forma que el conjunto permite obtener los productos deseados a partir de las materias primas de partida. No obstante, incluso en un proceso perfectamente diseñado, conseguir que el funcionamiento sea el esperado es complejo, debido a la fuerte interacción entre las variables de operación de la multitud de equipos presentes en el sistema. Para lograr la correcta operación de la planta, el personal al cargo de esta debe ser experto en sus maniobras, además de implementar un sistema de control tan preciso y detallado como sea posible. Las maniobras de una planta incluyen su puesta en marcha, desde el estado “frío” hasta el “régimen estacionario”, las manipulaciones necesarias para su control, la obtención, comprobación y certificación de los productos obtenidos, la parada de la planta (tanto la parada programada como las de emergencia) y la limpieza y supervisión del equipo.

El desarrollo de capacidades prácticas en la maniobra de equipos de proceso es una de las más importantes para los alumnos egresados de la rama de tecnología química [1-3] (Grado en Ingeniería Química, GIQ, y Grado en Ingeniería Química Industrial, GIQI). Una parte significativa de la oferta de empleo de titulados en esta rama va dirigida a captar profesionales para la dirección de procesos químicos, lo que implica ponerse al frente de un equipo de profesionales de diferentes clases, y coordinarlos para mantener las instalaciones industriales en funcionamiento de forma estable y segura. Aunque es necesario que los alumnos asimilen los conceptos teóricos de control e instrumentación, así como otros propios de las diferentes maniobras, el aprendizaje práctico, mediante la operación de plantas piloto, y siguiendo una metodología de trabajo que se aleje de las estructuras académicas y trate de simular las dinámicas de trabajo en planta, son enormemente valiosas para los alumnos de esta rama del conocimiento. Esto implica generar, en el grupo de trabajo que realiza la

práctica, una estructura jerárquica, mediante la asignación de roles y responsabilidades. En otras palabras, con esta práctica se pretende la implementación de técnicas de **aprendizaje experiencial**, tipo de aprendizaje basado en, como su propio nombre indica, en la experiencia de los alumnos en casos reales, derivado de la filosofía educativa de Dewey [5]. Dicho de otra manera, el alumno asimila los conceptos teóricos impartidos previamente mediante el lema “aprender haciendo” [6], aumentando su capacidad reflexiva, así como **su motivación** y, por lo tanto, mayor **retención de conocimiento**. Asimismo, los resultados obtenidos mediante este aprendizaje pueden verse favorecidos mediante el trabajo en grupo y el **aprendizaje cooperativo** (asignación de roles con tareas específicas dentro del grupo) [7].

Las operaciones estudiadas son dos de las más empleadas en la industria química [8]. La destilación es la principal técnica utilizada para la separación de disoluciones en múltiples industrias, debido a que permite conseguir, de forma simple, productos de gran calidad en la mayoría de las situaciones. Esta operación aprovecha la diferencia de volatilidad entre componentes, esto es, la diferente tendencia a permanecer en forma de líquido o vapor, dando lugar a fases con diferentes composiciones. La absorción es una técnica muy empleada en el lavado de gases, para eliminar contaminantes disueltos en cantidades relativamente pequeñas. En este tipo de operación, se aprovecha la mayor solubilidad de los contaminantes en la fase líquida respecto a la fase gas para desplazar los componentes hacia la corriente de absorbente.

Debido a lo anterior, el equipo docente de la asignatura de Operaciones Básicas II del GIQI ha puesto en marcha una serie de prácticas de laboratorio basadas en experiencia en planta piloto, que permiten a los alumnos familiarizarse con las maniobras de estos equipos. Durante el desarrollo de la práctica, cada alumno recibe un rol determinado dentro de la planta piloto, debiendo desarrollar unas tareas específicas durante la misma. En este trabajo, se describe la práctica realizada en el curso 2024-2025 con los alumnos de tercer curso del GIQI, y se evalúan los resultados del aprendizaje. Esta práctica se realizó con dos de las plantas pilotos disponibles en el laboratorio Tecnología Química Industrial de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la ULPGC; una torre de destilación de platos (mezcla metanol y agua) y una torre de absorción de relleno (lavado de una corriente de aire comprimido contaminada con un orgánico volátil, el ácido acético).

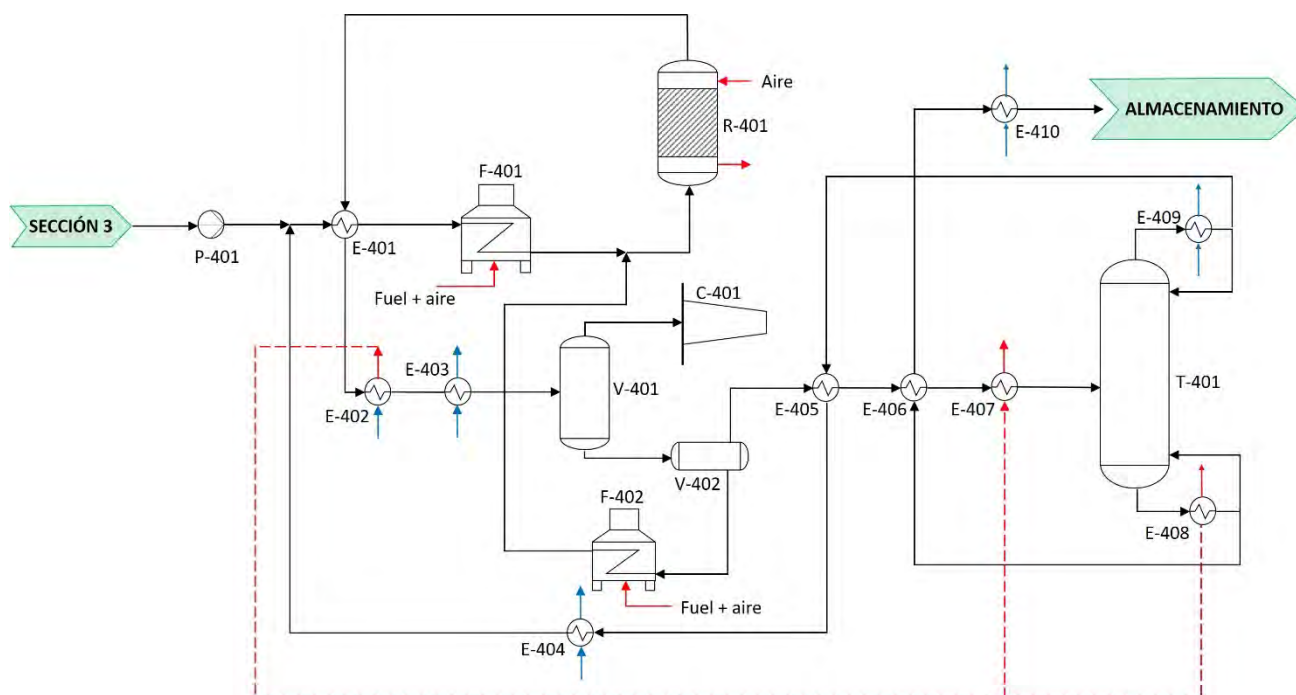


Figura 1. Diagrama de flujo de un proceso químico, mostrando la conexión entre las diferentes operaciones unitarias. E: *exchange* (intercambiador); V: *vessels* (recipientes); F: *furnace* (horno); R: *reactor* (reactor); P: *pump* (bomba); C: *compressor* (compresor); T: *tower* (torre).

2. METODOLOGÍA

2.1. Preparación previa a la práctica

Como preparación previa a las maniobras de cada una de las torres, al finalizar la impartición de los conceptos teóricos, se usaron varios vídeos interactivos. Mediante esta tecnología, los alumnos pudieron ver todo el diseño de una planta química, así como el procedimiento de mantenimiento y de construcción de cada una de las torres que se tratan en la práctica. Además de fomentar el aprendizaje de los conocimientos teóricos, se pretendió que los alumnos trasladarán lo que observaron en el vídeo a la práctica.

2.2. Maniobras de las plantas piloto

2.2.1. Torre de destilación de platos.

La torre de destilación usada en esta práctica es la que se muestra en la Figura 2.A. El propósito de esta torre es la destilación de una mezcla metanol-agua ($\approx 50\%$ p/p) hasta alcanzar dos purezas de metanol, del 90 % p/p y el 70 % p/p. Para ello, se distinguen tres etapas fundamentales:

- La puesta en marcha de la torre, en la que se produce el calentamiento de la mezcla, trabajando la columna a reflujo infinito. Debido a la duración de esta puesta en marcha (aproximadamente 1 h), se citó a los alumnos antes de la clase teórica.
- La destilación propiamente dicha una vez que se estabilizó la temperatura de cabeza y colas, anotando su valor. En este momento, se cambió la relación de reflujo de la torre a reflujo mínimo, obteniendo así un volumen de destilado continuo. Mientras una parte del alumnado tomaba muestras del destilado cada diez minutos, la otra parte analizaba dichas muestras, determinando la composición del metanol mediante densimetría a 25 °C, proporcionándole al alumnado las gráficas correspondientes. Este procedimiento de toma de muestras se mantuvo hasta alcanzar una concentración de metanol en el destilado inferior al 90 %. En ese momento, se aumentó ligeramente la relación de reflujo, repitiendo el procedimiento de toma y análisis de muestras descrito con anterioridad. Cuando ya no fue posible producir metanol con una pureza mayor al 90 %, aun cambiando la relación de reflujo, se comenzó a producir metanol con una pureza del 70 %. Cuando se dispuso de un 1 L de metanol de la calidad deseada, se almacenó en botellas, las cuales fueron etiquetadas con la composición y fecha de recogida.
- Finalmente, se procedió al apagado de la columna, configurando la columna nuevamente a reflujo infinito, descargando el metanol destilado en recipientes autorizados y apagando el rehervidor.

2.2.2. Torre de absorción.

La torre piloto usada para la absorción es la que se muestra en la Figura 3.A, y su esquema se presenta en la Figura 3.B. El objetivo a alcanzar con dicha torre es la eliminación de ácido acético, el cual ha sido previamente disuelto en el aire comprimido por medio de un burbujeador; el absorbente a utilizar fue el agua. En este caso, se distinguen cuatro etapas diferentes, que son:

- Arranque de la torre. Para ello, en primer lugar, se abrió la línea de aire, asegurando previamente el cierre de la línea de burbujeo con el fin de que el aire entre limpio a la torre (Figura 3.C.); asimismo, también se abrió la línea de agua para que entrara en la columna.
- Inundación de la torre, manteniendo constante el caudal de agua y variando el caudal de aire. Una vez se inunde la torre, se apuntan los caudales de agua y de gas, así como la caída de presión y rápidamente se regulan los caudales con el fin de evitar daños en la torre.
- Funcionamiento de la torre. Establecidos los caudales de inundación, se abrió la línea de burbujeo, provocando que el aire se impregnara del ácido acético y pudiera entrar a la columna con dicho soluto (Figura 3.D). Transcurridos cinco minutos, una parte del alumnado se encargó de la toma de muestras de la fracción líquida mientras que la otra parte fue responsable de la toma y análisis de muestras de la fracción gaseosa. Para el análisis de ambos tipos de muestras se llevó a cabo una volumetría con NaOH 0,01 M y 0,1 M respectivamente. Los caudales de aire y agua se fueron cambiando a lo largo de la práctica, en función de los resultados que iban obteniendo en cada una de las volumetrías. Esto le permitió al alumnado fomentar su capacidad de decisión, tomando como objetivo la elección de los caudales de aire y agua en los que la columna trabaje mejor, obteniendo una mayor limpieza del aire (objetivo de la práctica).

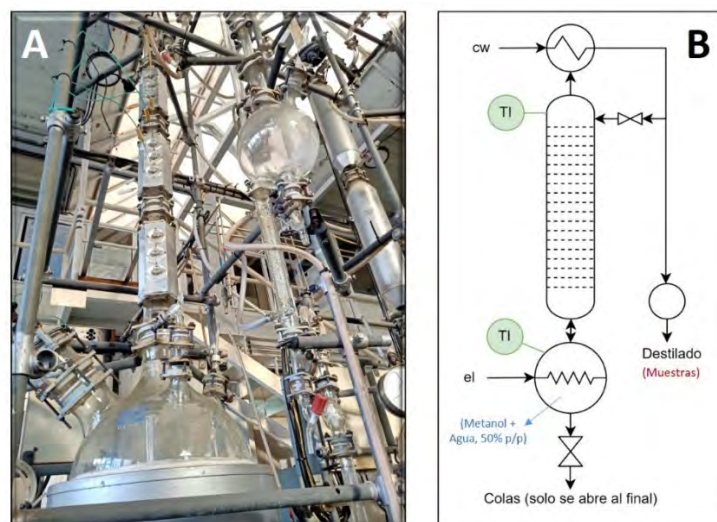


Figura 2. Torre piloto de destilación de platos (A). Esquema de funcionamiento (B): TI indica los puntos donde se tomaron datos de temperatura; cw, cold water (agua de refrigeración); el, electricity (calentamiento eléctrico).

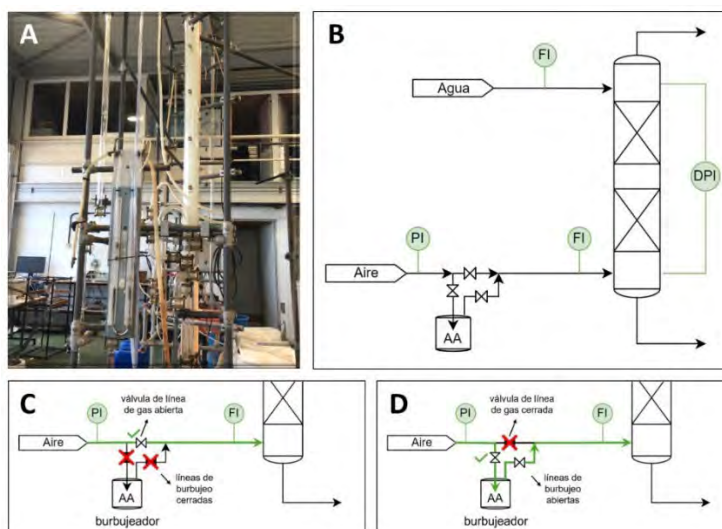


Figura 3. Torre piloto de absorción (A). Esquema de funcionamiento completo de la torre (B): AA, ácido acético; FI, flow indicator (rotámetros para caudal de aire y agua, l/min); PI, pressure indicator (manómetro); DPI, differential pressure indicator (manómetro de columna de mercurio para medir la caída de presión de la columna). Esquema de funcionamiento para la inundación de la columna (C). Esquema de funcionamiento para la incorporación de ácido acético en la columna (D).

- d) Finalmente, como en el caso anterior, se procedió a la parada de la torre, cerrando tanto la línea de burbujeo como la línea de aire. La línea de agua permaneció abierta durante unos minutos para limpiar la columna, descargando, finalmente, el líquido de la torre.

2.3. Asignación de roles y tareas.

Con el fin de simular el ejercicio profesional en una industria, se le asignó una de las tareas que se muestran en la Figura 4 a cada uno de los 10 alumnos que realizaron dicha práctica. Así, uno de los alumnos fue el encargado de registrar los resultados y guiar las maniobras, bajo la supervisión de unos de los docentes (director de planta). El resto de los alumnos se distribuyeron entre los roles necesarios para la correcta maniobra de los equipos. Así, en la torre de platos, dos alumnos se ocuparon del control del equipo, mediante la medición de la temperatura en el destilado y colas de la torre, manipulando, según se requería, la relación de reflujo y la potencia en las mantas calefactoras. El resto de los alumnos se dividieron el

trabajo de muestreo, análisis y certificación de los productos obtenidos. Por otro lado, en la torre de absorción se requirieron cuatro alumnos para el control del equipo; uno de ellos encargado de vigilar la caída de presión, otro de supervisar los caudalímetros y los dos últimos operaban las válvulas de regulación del flujo de agua y gas. El resto de los alumnos se ocuparon de tomar muestras de las corrientes de gas lavado y absorbente contaminado y de analizarlas. Los datos que iban obteniendo de cada muestra en ambas torres lo iban escribiendo en una hoja de registro, cuyas plantillas se muestra en las Figura 5 y 6. Debido a que la duración total de la práctica fue de 2 horas y con el objetivo de que todos participaran de forma activa en cada una de los roles establecidos, esta distribución de tareas fue rotando cada 10 minutos (tiempo que se estimó entre una toma de muestra y la siguiente). Un ejemplo de esta distribución se representa en la Tabla 1 para la torre de destilación.

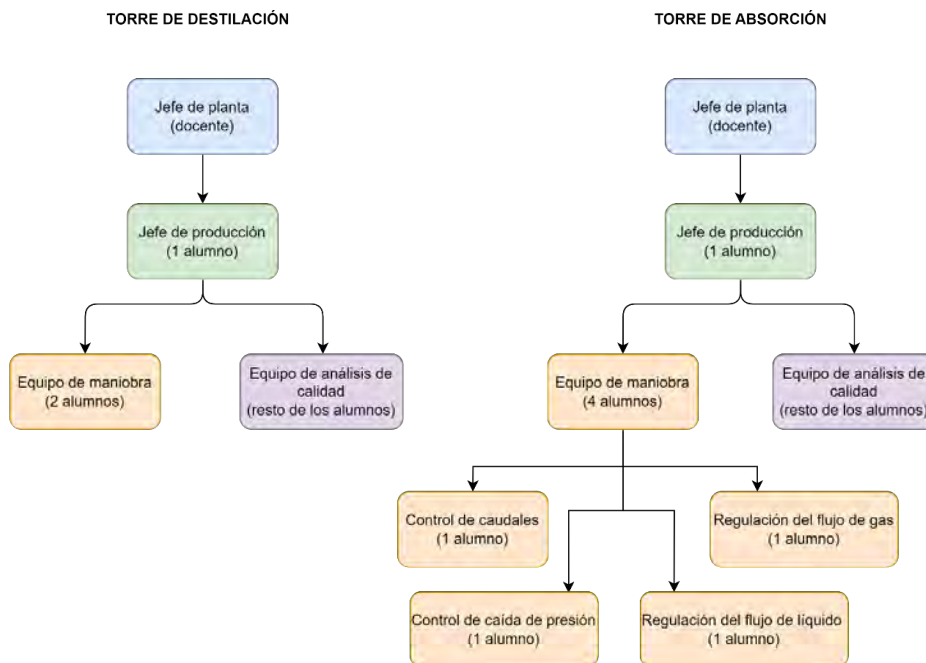


Figura 4. Esquema de organización de tareas desarrollada en la práctica para cada una de las plantas piloto.

2.4. Valoración del y por parte del alumnado.

Para evaluar el grado de conocimiento adquirido por los alumnos, como tarea final, realizaron el informe de prácticas, en el cual, además de exponer las cuestiones solicitadas, también se les pidió que comentaran dichos resultados y todo lo que pudiera llamarles la atención en el desarrollo de la actividad. De esta manera, se pretende incentivar el juicio crítico del alumnado, así como agudizar su capacidad de observación y razonamiento. El hecho que ellos tengan que buscar una explicación a los resultados obtenidos (y no sólo el hecho de obtener un mero número) es una oportunidad para aumentar ese “apetito de conocimiento” que falta en muchos casos y que puede ser la raíz de la falta de motivación en gran parte del alumnado. La evaluación grupal para ver la efectividad del aprendizaje cooperativo se llevó mediante la rúbrica mostrada en la Tabla 2.

Asimismo, no sólo se evaluó al alumnado, sino que, con el fin de conocer cómo fue la experiencia, se elaboró una encuesta, utilizando, como herramienta, **Microsoft Forms**. En dicha encuesta (Figura 7) se evaluaron aspectos como la preparación previa a la práctica, la adecuación del material docente utilizado y cómo se ven ellos desarrollando la actividad desde un punto de vista profesional, entre otros aspectos. Para tal fin, se plantearon seis preguntas de valoración, con una puntuación del 1 al 10, siendo el 1 la menor puntuación, y 10, la máxima. Las dos últimas preguntas se plantearon como preguntas de respuesta corta, con las que se pretendió que los alumnos expusieran en tres o cuatro palabras que aspectos destacarían de la actividad y que aspectos mejorarían. Contar con la visión del estudiantado nos sirve a los docentes para mejorar aspectos

muchas veces ignorados, pero sí requeridos por los alumnos, siendo capaces de corregir esos errores para los años posteriores.

Tabla 1. Ejemplo de distribución rotativa de las tareas asignadas a cada uno de los alumnos para la torre de destilación. Cada 10 minutos (columna 1: tiempo transcurrido desde el comienzo de la práctica) se muestra la tarea asignada a cada alumno (A.número). Se remarca el A.1 como ejemplo para una mejor visualización.

	Jefe	Maniobra		Análisis (densimetría, cálculos, etc.)						
0 min	Breve introducción a la práctica impartida por el docente									
10 min	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10
20 min	A.10	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9
30 min	A.9	A.10	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8
40 min	A.8	A.9	A.10	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7
50 min	A.7	A.8	A.9	A.10	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6
60 min	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.1	A.2	A.3	A.4	A.5
70 min	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.1	A.2	A.3	A.4
80 min	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.1	A.2	A.3
90 min	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.1	A.2
100 min	A.2	A.3	A.4	A.5	A.6	A.7	A.8	A.9	A.10	A.1
110 min	FINALIZACIÓN DE LA PRACTICA									
120 min	Tiempo dedicado al lavado del material usado									



Planta piloto de destilación.

Fecha:

Torre:				Sistema:				Presión:		Grupo:				
Composición inicial:														
Hora	Acción	Relación de reflujo		Inundación	I. destilado	S. destilado	Temperatura	X. destilado	Calentadores				Envasado	
		Destilado	Reflujo						R1	R2	R3	R4	Nº	X
	☐ Control ☐ Cambio ☐ Extracción													
	☐ Control ☐ Cambio ☐ Extracción													
	☐ Control ☐ Cambio ☐ Extracción													
	☐ Control ☐ Cambio ☐ Extracción													
	☐ Control ☐ Cambio ☐ Extracción													
	☐ Control ☐ Cambio ☐ Extracción													
	☐ Control ☐ Cambio ☐ Extracción													
	☐ Control ☐ Cambio ☐ Extracción													
	☐ Control ☐ Cambio ☐ Extracción													

Firma del coordinador de producción

Firma del director de planta

Figura 5. Plantilla de recogida de datos. Torre de platos.



Planta piloto de absorción.

Fecha: _____

Gas: Aire+Ácido		Absorbente: Agua		Presión: 1 bar		Grupo:		
Composición inicial del gas: 0.00016								
Hora	Caudal gas	Caudal absorbente	Flujo molar gas	Flujo molar absorbente	Composición salida absorbente	Composición salida gas	Caida de presión	Inundación

Firma del coordinador de producción

Firma del director de planta

Figura 6. Plantilla de recogida de datos. Torre de absorción.

Tabla 2. Rúbrica usada para la evaluación del trabajo cooperativo.

Criterio\clasificación	Alta	Media	Baja
1. Nivel de interés en la realización de la tarea que se le ha sido asignada. Desempeño del rol.	Se ve una gran motivación del alumno mediante el trabajo realizado, pero también en el planteamiento de preguntas al docente. Muestra curiosidad	Cumple adecuadamente con las tareas pero no muestra motivación suficiente	Se rige solamente a hacer el trabajo, pero lo realiza con desgana y deseando terminar
2. Grado de participación en tareas que involucran a más de un alumno. Responsabilidad compartida	Muestra entusiasmo e interés por los resultados que se van obteniendo y no sólo se preocupa por realizar la tarea asignada dentro del subgrupo al que pertenece	Cumple adecuadamente la tarea que le toca en el reparto	Intenta evadir llevar a cabo la tarea y espera a que sea otro quien la lleve a cabo
3. Participación para solventar problemas o tomar decisiones. Capacidad resolutive	Casi siempre aporta su contribución al grupo	Alguna que otra vez aporta sus ideas	No aporta ideas por desinterés y descuido
4. Actitud con los compañeros. Relación social	Intenta ayudar, no muestra faltas de respeto por un compañero ante una duda, etc.	Sólo cumple con su tarea, mostrando una actitud solitaria e independiente	Trata mal, quiere tener siempre la razón, no comparte opinión con el resto.

Encuesta de satisfacción: torres piloto, Operaciones Básicas II

Con este breve cuestionario, queremos conocer cuál ha sido tu experiencia al realizar la práctica con torres piloto. Agradecemos enormemente tu participación, ya que también nos ayudarás a mejorar para las próximas ediciones. De nuevo, ¡¡MUCHAS GRACIAS!!

1. ¿Consideras que la difusión previa a la actividad fue adecuada?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

2. ¿Se adaptó bien la duración de la actividad con el horario previsto para la misma?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

3. ¿Se dispuso del material docente suficiente para el desarrollo de la actividad (presentación, gráficas, etc.)?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

4. El objetivo de la práctica es entender las operaciones básicas de destilación y absorción mediante las torres piloto, ¿crees que se ha alcanzado dicho objetivo?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

5. Con el reparto de roles que se ha llevado a cabo en la práctica, ¿te han sentido como un/a ingeniero/a?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

6. ¿Cuál es tu satisfacción global de la actividad?

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10

7. ¿Qué aspectos destacarías del desarrollo de la práctica?

8. ¿Qué aspectos mejorarías de la práctica?

Figura 7. Plantilla de la encuesta realizada al alumnado elaborada con Microsoft Forms

3. RESULTADOS

3.1. Evaluación de los resultados de la práctica.

3.1.1. Evaluación individual

El método de evaluación individual de cada alumno fue la realización de un informe individual, valorándose aspectos como el procedimiento de cálculo, la presentación de los resultados y las conclusiones deducidas a partir de los mismos. En el caso de la práctica con la torre de destilación, la nota de valoración obtenida en los informes fue, de forma general, bastante alta, con una nota superior a 8 en el 70 % del alumnado, con una buena estructura en dichos informes. En primer lugar, se presentó la toma de muestras, mediante la cual iban determinando la composición del metanol en el destilado a medida que se llevaba a cabo el proceso, tal y como se muestra en la Figura 8.A, observándose un manejo bastante pronunciado en el uso de las gráficas y los cálculos correspondientes. Una vez culminado el proceso de destilación, con

los datos obtenidos, los alumnos fueron capaces de determinar parámetros de diseño tan importantes en este tipo de operaciones como el número de platos teóricos y la eficiencia real de platos aplicando el método gráfico de McCabe-Thiele, como se muestra en la Figura 8.B. Debido a que este método fue impartido en la parte teórica de la asignatura, tras su aplicación en un caso real, se observó una muy buena asimilación de los conceptos, observándose en aspectos como el procedimiento propio del cálculo. En lo que respecta a la práctica con la torre de absorción, se observó un escenario similar a la torre anterior, en el que los alumnos presentaron informes bastantes completos y comentados. En primer lugar, determinaron el caudal de inundación, trabajando a lo largo de la actividad con caudales inferiores (Figura 9.A). Finalmente, tras la realización de los cálculos pertinentes, determinaron parámetros de la torre como el NTU (número de unidades de transferencia) o el HTU (altura de una unidad de transferencia) (Figura 9.B). Además de priorizar los procedimientos de cálculo en la evaluación, se valoró la interpretación de los mismos, más que el resultado numérico obtenido. De esta manera, se evaluó el pensamiento crítico y resolutorio del estudiante antes los problemas surgidos en ambas prácticas. Considerando este aspecto, también se obtuvo una muy buena respuesta por parte de los alumnos, aportando incluso modificaciones al procedimiento llevado a cabo para la consecución de mejores resultados (cambiar la concentración de NaOH utilizada, por ejemplo).

3.1.2. Evaluación del trabajo cooperativo.

Tomando de base la rúbrica expuesta en la Tabla 2, la gran mayoría de los alumnos presentaron una clasificación alta. En ambas prácticas, se observó una gran participación en cada una de las tareas, tomando decisiones en los subgrupos de tareas correspondientes, siendo comunicadas con bastante orden al resto de los subgrupos. Como ejemplo, se puede citar la elección de los caudales de aire y agua en la torre de absorción partiendo de los resultados que fueron obteniendo de las volumetrías realizadas a las muestras de aire (un grupo de alumnos) y del agua (otro grupo de alumnos). Dichos caudales fueron consensuados entre ambos grupos (tarea de análisis) y comunicada a los encargados de variar dichos caudales. De esta manera, ambas prácticas fueron desarrolladas con bastante orden y armonía. Asimismo, se realizaron con una evolución continua, sin necesidad de tener que parar por la inactividad de ninguno de los alumnos.

3.2. Análisis de la opinión de los alumnos.

Los resultados obtenidos tras realizar la encuesta a los alumnos matriculados en la asignatura se muestran en la Figura 10. La puntuación media obtenida en las preguntas de clasificación fue bastante alta, superior al 9, salvo en la pregunta 5, que alude a sí, con el reparto de roles, se sentían como ingenieros, con una valoración mínima de un notable. El uso de los videos interactivos (correspondiente a la pregunta 1) obtuvo un elevado nivel de aceptación por parte de los alumnos, con una puntuación media muy próxima al 10. En lo que respecta a las preguntas de respuesta libre, destacan el dinamismo de la actividad, así como el trabajo cooperativo, pudiendo compartir ideas entre ellos para la resolución de las diferentes situaciones a solventar durante el desarrollo de la práctica. Asimismo, también destacan el hecho de que, con el desarrollo de la actividad, han podido reforzar los conceptos teóricos que se habían impartido durante el curso, viendo su utilidad. En lo referente a los aspectos que cambiarían, se menciona la dificultad a la hora de realizar los informes de prácticas presentados en el apartado anterior, lo que revela la necesidad de incentivar la motivación del estudiante con más sesiones prácticas, no sólo en la realización a nivel de laboratorio sino en “cultivar” su pensamiento crítico y de resolución de problemas.

4. MEJORAS FUTURAS - SIMULACIÓN

Si bien es cierto que los resultados obtenidos, tanto en la evaluación del alumno como en la opinión de los mismos, demostraron que la práctica con torres piloto es una muy buena técnica de aprendizaje de ambas operaciones unitarias, presenta cierta limitación por los problemas reales que puedan producirse y los cuales deben mantenerse bajo control por estar en un recinto físico y real. En este caso, el alumnado trabajó bajo condiciones óptimas controladas por el docente, tomando decisiones sobre, por ejemplo, el caudal a utilizar para aumentar la producción de metanol o la absorción del ácido acético con la finalidad de limpiar el aire. Esto implica una buena formación del alumno, fortaleciendo los conceptos teóricos y fomentando el pensamiento crítico y la toma de decisiones. Sin embargo, no pueden apreciar problemas reales derivados de otras fuentes, entre los que se pueden citar los siguientes: qué sucedería si la torre se inunda por un caudal de aire o agua elevado (torre de absorción) o por sobrecalentamiento (torre de destilación), qué pasaría si se produce una sobrepresión en alguna de las corrientes del proceso, etc. Además de conocer estas situaciones de riesgo que se pueden producir en una planta real, el alumno, mediante laboratorios de simulación, puede ver cómo funcionan, ya no sólo las torres en sí, sino los elementos de control (válvulas de seguridad, sensores, etc.). Para poder paliar esta deficiencia, una de las vías de mejora de esta práctica para los próximos cursos puede ser la implementación de laboratorios de simulación,

compartidos entre el alumnado y el docente, siguiendo la misma estructura de roles propuesta en el laboratorio físico. Mediante esta técnica, el alumno podría estudiar, analizar y trabajar con condiciones límites, así como provocar problemas de gran envergadura y que pueden ocurrir en una planta real, estudiando, además las vías de actuación ante ellos.

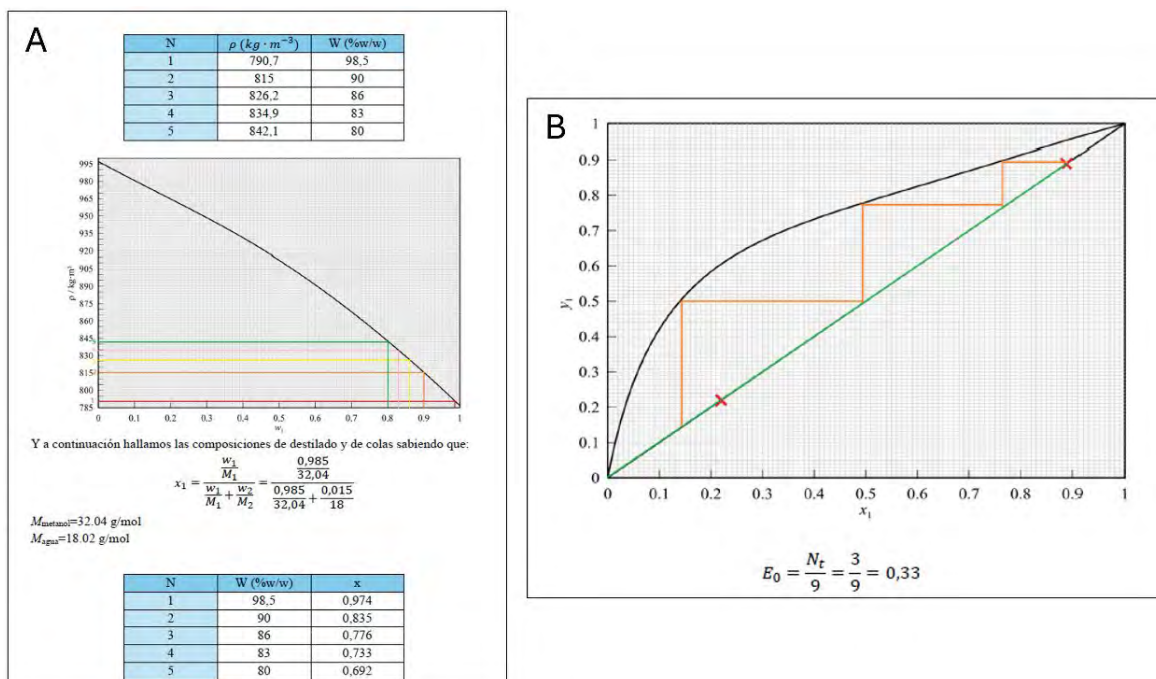


Figura 8. Copia de uno de los informes entregados de la torre de destilación: determinación de la composición de metanol en el destilado usando la técnica de densitometría (A) y determinación gráfica del número de la eficiencia de plato (Método McCabe-Thiele) (B).

A

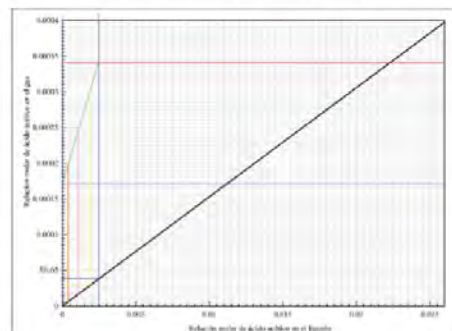
Caudal gas (l/h)	Caudal absorbente (l/h)	Caída de presión (mmHg)	Inundación
180	120	20	No
200	150	8	Si
140	110	5	No

Con 0,1 M de NaOH

Caudal gas (l/h)	Caudal absorbente (l/h)	Caída de presión (mmHg)	Inundación	Tiempo (min)	Volumen NaOH valorado
100	105	2	No	4:52	2,8
100	105	2	No	5:05	2,3
100	105	2	No	5:29	2,9
60	150	2	No	5:17	1,2
60	150	2	No	5:07	1,4

B

Y operación	Y equilibrio
0,000175	0
0,000342	$4,5 \cdot 10^{-5}$
0,0003	$3 \cdot 10^{-5}$
0,00025	$2,2 \cdot 10^{-5}$
0,0002	$0,7 \cdot 10^{-5}$



Con esto obtenemos los valores de NTU con su calculadora de Excel, que nos da el siguiente valor:

$$NTU = \sum \left(\frac{1}{(y_{sol} - y_{sola})} \right) dy_{sol} = 0,73$$

Con NTU calculada hallaremos HTU conociendo la altura de la torre $Z=1,5$ m

$$HTU = \frac{Z}{NTU} = 2,78$$

Figura 9. Copia de uno de los informes entregados para la torre de absorción: determinación del caudal de inundación y los sucesivos caudales de funcionamiento de la torre (A) y determinación de los parámetros de diseño de la torre (B).

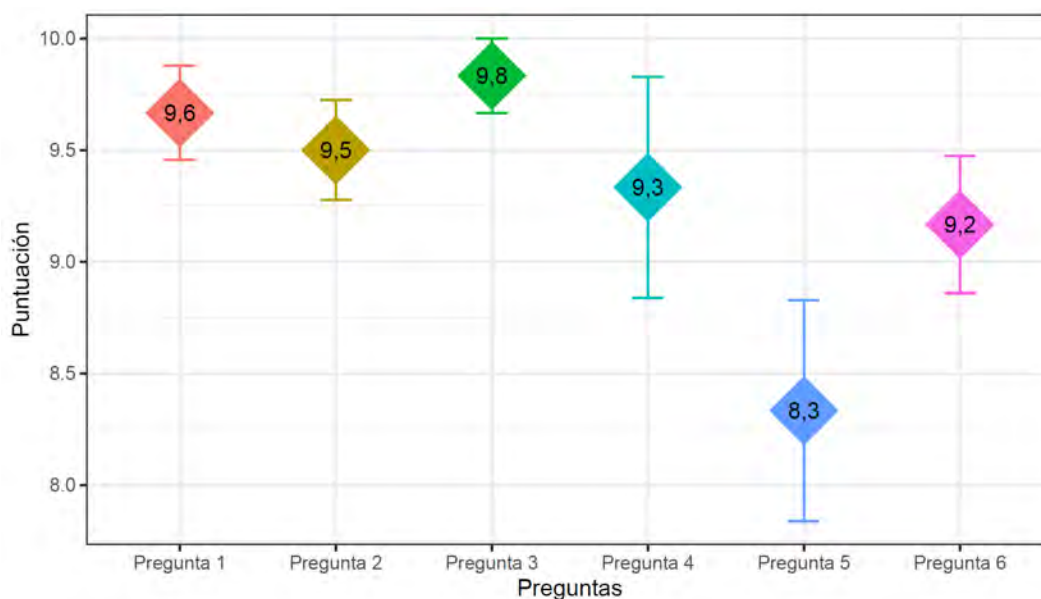


Figura 10. Puntuaciones medias tras la encuesta realizada a los alumnos – Grado en Ingeniería Química Industrial.

5. CONCLUSIONES

En aras a los resultados obtenidos, la implementación de vídeos interactivos más la actividad práctica con la maniobra de plantas piloto y asignación de roles tuvo, en términos generales, un impacto positivo en el estudiantado de la asignatura de

Operaciones Básicas II, impartida en 3^{er} curso del GIQI. Este impacto se observó en la realización de la propia práctica, así como en la preparación de las tareas finales entregadas por el alumno. Con esta actividad práctica, basada en un aprendizaje experiencial, el alumno refuerzó las bases y conceptos teóricos impartidos en el aula mediante un aprendizaje por descubrimiento y la observación de casos reales, en los que han tenido que aplicar dichos conceptos teóricos, viendo su aplicabilidad. Debido a ello, con esta actividad, no sólo se incentivó una comprensión más profunda, sino que también los alumnos fomentaron su capacidad resolutoria y la toma de decisiones propias en instalaciones de esta índole (cambiar patrones de diseño como, por ejemplo, la relación de reflujo en la torre de destilación para aumentar la producción de metanol, los caudales de aire y agua para una mayor separación del ácido acético en la torre de absorción, etc.). Además del aprendizaje experiencial, el aprendizaje cooperativo tuvo también una repercusión bastante alta, con un desarrollo responsable, respetuoso y activo de las tareas asignadas. Este aprendizaje experiencial y a la vez cooperativo fue destacado por el propio estudiantado, tal y como lo reveló la encuesta que se le realizó a los propios estudiantes, los cuales demostraron un elevado grado de satisfacción con la actividad. Mediante esta vía, se evaluaron los resultados obtenidos en la actividad, ya no sólo desde el trabajo realizado por los estudiantes, sino que se contó con la visión de los propios participantes de la actividad y del proceso de aprendizaje en general. De esta manera, se pueden solventar posibles errores y considerar más innovaciones de la actividad en los próximos cursos (como la incorporación de laboratorios de simulación), con el fin de ir incorporando paulatinamente este tipo de aprendizaje experiencial y cooperativo en un estudiantado con una preparación basada en el control de procesos químicos y resolución de problemas, como son los próximos egresados de Ingeniería Química e Ingeniería Química Industrial.

AGRADECIMIENTOS

Los autores agradecemos la concesión del proyecto de innovación educativa PIE-INT 2025-03, *Mejora del Aprendizaje colaborativo en entornos de laboratorio mediante la integración de simulación e Inteligencia Artificial (SIMULAB-IA)*.

REFERENCIAS

- [1]. Billet, A. M., Camy, S., & Coufort, C.: Pilot-scale laboratory instruction for ChE: The specific case of the pilot-unit leading group. *Chemical Engineering Education* 44(4), 246-252 (2010).
- [2]. Ortiz, F.J.G.: A pilot-scale laboratory experience for an inductive learning of hydrodynamics in a sieve-tray tower. *Education for Chemical Engineers* 29, 42-55 (2019).
- [3]. Kim, B.: Design and operation of pilot-scale educational chemical plant. *Journal of Loss Prevention in the Process Industries*. 105737 (2025).
- [4]. Price, M.J. & Felder, R. M.: Inductive teaching and learning methods: definitions, comparisons and research bases. *Journal of Engineering Education* 95(2), 123-138 (2006).
- [5]. Dewey, L: Experience and education. Macmillan Company, New York (1938).
- [6]. Tembrevilla, G., Phillion, A., Zeandin, M.: Experiential learning in engineering education: A systemic literature review. *Journal of Engineering Education* 113(1), 195-218 (2023).
- [7]. Universidad de León: <https://servicios.unileon.es/innovacion-docente/aprendizaje-cooperativo-y-aprendizaje-colaborativo/>. Último acceso 2025/10/9.
- [8]. McCabe, W.L., Smith, J.C., Harriott, P. Unit operations of chemical engineering. McGraw-Hill, New York (2005).

Implementación de los Cursos Modelo de la OMI de GMDSS en la Asignatura de Sistema de Radiocomunicaciones del Grado en Náutica y Transporte Marítimo

Francisco Helenio Hoyos Medina^{a*}, Lidia Paola Padilla Cruz^a y Amanda Peña Navarro ^a

^aUniversidad de La Laguna, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería,

Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima,

Vía Auxiliar Paso Alto, 2, 38001 Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias, España.

RESUMEN

La implementación de los cursos modelo de la Organización Marítima Internacional (OMI) en la educación superior marítima constituye una estrategia esencial para garantizar la adquisición de competencias profesionales estandarizadas, conforme a los requisitos del Convenio Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW). Este trabajo analiza la integración del *IMO Model Course 1.25 – General Operator’s Certificate (GOC)* y del *IMO Model Course 1.26 – Restricted Operator’s Certificate (ROC)* en la asignatura “GMDSS” del Grado en Náutica y Transporte Marítimo. Se expone el proceso metodológico seguido para la adaptación curricular, el diseño instruccional basado en competencias, la implementación tecnológica mediante simuladores homologados y el sistema de evaluación por desempeño. Se presentan los resultados académicos, operativos e institucionales obtenidos, así como una reflexión sobre la sostenibilidad y replicabilidad del modelo en otros programas formativos marítimos. Los hallazgos evidencian una mejora significativa en la competencia técnica y en la empleabilidad de los egresados, consolidando un modelo pedagógico eficaz y alineado con las directrices internacionales de la OMI.

Palabras clave: GMDSS, OMI, STCW, formación marítima, simulación náutica, competencias profesionales, educación superior, telecomunicaciones marítimas.

ABSTRACT

The implementation of the International Maritime Organisation (IMO) model courses in maritime higher education is an essential strategy for ensuring the acquisition of standardised professional skills, in accordance with the requirements of the Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW) Convention. This paper analyses the integration of *IMO Model Course 1.25 – General Operator’s Certificate (GOC)* and *IMO Model Course 1.26 – Restricted Operator’s Certificate (ROC)* into the “GMDSS” subject of the Bachelor’s Degree in Nautical Science and Maritime Transport. It outlines the methodological process followed for curriculum adaptation, competency-based instructional design, technological implementation using approved simulators, and the performance-based assessment system. The academic, operational and institutional results obtained are presented, as well as a reflection on the sustainability and replicability of the model in other maritime training programmes. The findings show a significant improvement in the technical competence and employability of graduates, consolidating an effective pedagogical model aligned with IMO international guidelines.

Keywords: GMDSS, IMO, STCW, maritime training, nautical simulation, professional skills, higher education, maritime telecommunications.

*fhoyosme@ull.edu.es; Teléfono: 686769114

1. INTRODUCCIÓN

El Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS) constituye el núcleo operativo de las comunicaciones marítimas modernas, asegurando la emisión y recepción global de mensajes de socorro, urgencia y seguridad. Desde su adopción por el Convenio SOLAS en 1988 e implementación total en 1999, el GMDSS ha transformado la gestión de emergencias marítimas, incorporando tecnologías satelitales, digitales y automatizadas.

La complejidad técnica del sistema exige que los operadores cuenten con formación certificada y actualizada. En este sentido, la Organización Marítima Internacional (OMI) desarrolló los Cursos Modelo 1.25 y 1.26, destinados a la formación de operadores general y restringido, respectivamente. Estos cursos constituyen referencias globales para la enseñanza del GMDSS, garantizando que las competencias adquiridas sean uniformes y transferibles entre países signatarios del Convenio STCW. [1][2]

En el contexto universitario, la asignatura “GMDSS” busca formar profesionales con la competencia necesaria para operar, mantener y gestionar los equipos del sistema mundial de socorro y seguridad marítima. No obstante, la rápida evolución de las tecnologías en general, de las tecnologías satelitales en particular, y las exigencias crecientes del Convenio STCW, obligan a replantear el enfoque docente tradicional, pasando de un enfoque de clases magistrales, a uno basado en adquisición de competencias y simulación avanzada.

La presente ponencia describe la implementación de dichos cursos modelo en la asignatura universitaria Sistemas de Radiocomunicaciones del Grado en Náutica y Transporte Marítimo, destacando la metodología pedagógica empleada, los recursos tecnológicos aplicados y los resultados alcanzados en términos de aprendizaje, desempeño operativo y proyección profesional.

2. METODOLOGÍA DE IMPLEMENTACIÓN

2.1 Enfoque metodológico general.

El proceso de implementación siguió un enfoque mixto técnico-pedagógico, basado en el modelo Análisis, Diseño, Desarrollo, Implementación y Evaluación (ADDIE). Este enfoque permitió integrar los contenidos del curso modelo OMI dentro de una estructura académica universitaria, respetando tanto los principios del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) como los estándares internacionales del Convenio STCW. [3]

El objetivo central fue garantizar que los estudiantes adquirieran las competencias definidas en la tabla A-IV/2 del STCW, que incluyen:

- Operación y manejo de equipos GMDSS.
- Comprensión y aplicación de reglamentos internacionales.
- Procedimientos de socorro, urgencia y seguridad.
- Mantenimiento preventivo y gestión de registros.

2.2 Diseño instruccional basado en competencias.

Durante la fase de diseño, se elaboró una matriz de correspondencia entre los resultados de aprendizaje del plan de estudios y las competencias del curso modelo OMI. Esta matriz permitió reorganizar los módulos temáticos, equilibrando la proporción entre teoría (35%) y práctica (65%).

Tabla 1. Correspondencia entre competencias STCW A-IV/2 y actividades evaluables.

Competencia STCW A-IV/2	Resultado de aprendizaje	Actividad evaluable
Operar equipos GMDSS	Emite y recibe mensajes DSC, INMARSAT y NAVTEX	Simulación de comunicación SAR
Aplicar normativa internacional	Interpreta y aplica reglamentos SOLAS e ITU	Análisis de casos documentales
Realizar mantenimiento preventivo	Ejecuta pruebas funcionales y diagnósticos	Ejercicio de mantenimiento programado
Registrar operaciones	Completa el <i>Logbook</i> GMDSS conforme al formato OMI	Evaluación de bitácora simulada

Este enfoque permitió orientar el aprendizaje hacia la adquisición verificable de habilidades y actitudes profesionales. [4][5]

2.3 Estructura curricular adoptada.

La estructura curricular se adaptó en torno a cinco módulos formativos, cada uno con resultados de aprendizaje medibles y actividades prácticas integradas:

Tabla 2. Distribución curricular de los módulos GMDSS adaptados a cursos modelo OMI.

Módulo	Contenido principal	Competencias asociadas STCW
1.Fundamentos del GMDSS y legislación internacional	Estructura y funciones del sistema, marco OMI-ITU-Solas	Conocimiento de la reglamentación internacional (A-IV/2)
2.Subsistemas y equipos del GMDSS	INMARSAT, COSPAS-SARSAT, NAVTEX, MF/HF, VHF-DSC	Operaciones de sistemas de socorro (A-IV/2-2.1)
3.Procedimientos operacionales de socorro, urgencia y seguridad	Emisión y recepción de alertas, coordinación SAR	Gestión de emergencias y comunicación efectiva
4.Mantenimiento y prueba de equipos	Autodiagnóstico, registro de fallos, mantenimiento preventivo	Aplicación de técnicas de mantenimiento (A-IV/2-2.3)
5.Gestión documental y simulación integral	Registro de tráfico, bitácora GMDSS, análisis de casos	Toma de decisiones y cumplimiento documental

2.4 Estrategias docentes

El modelo docente combinó metodologías activas:

- Simulación integral: uso de simuladores homologados para recrear operaciones GMDSS reales (INMARSAT-C, MF/HF, NAVTEX, EPIRB, DSC).

- Aprendizaje basado en problemas: planteamiento de escenarios operativos con emergencias marítimas simuladas (colisiones, abandono, fallo de planta).
- Rotación de roles: los estudiantes asumen funciones de oficial de guardia, coordinar SAR o supervisor de estación costera, favoreciendo la toma de decisiones y la comunicación efectiva.
- Evaluación continua por competencias: cada práctica se evalúa con rúbricas basadas en el cumplimiento de criterios de desempeño STCW.

Estas estrategias fomentaron la autonomía, el pensamiento crítico y la comunicación profesional en lengua inglesa técnica, conforme a la terminología OMI-ITU.

2.5 Evaluación y validación

El sistema de evaluación se estructuró en tres niveles:

1. Diagnóstico inicial: prueba teórica sobre fundamentos GMDSS.
2. Evaluación continua: observación directa de desempeño en simulador, con rúbricas normalizadas.
3. Evaluación final integradora: simulación completa bajo condiciones de crisis, incluyendo documentación reglamentaria.

Los resultados fueron validados por instructores GMDSS certificados, alcanzando una equivalencia del 95% con los estándares internacionales.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Resultados académicos y técnicos

Tras dos semestres de aplicación, los indicadores cuantitativos mostraron una mejora sostenida en todas las dimensiones evaluadas:

Tabla 3. Impacto cuantitativo de la implementación del modelo docente basado en simulación.

Indicador de desempeño	Antes de la implementación	Después de la implementación	Variación
Ejecución correcta de llamadas de socorro DSC	58 %	93 %	35 %
Interpretación de mensajes NAVTEX/EGC	62 %	90 %	28 %
Procedimientos INMARSAT-C sin error	55 %	95 %	40 %
Tasa global de aprobación	76 %	92 %	16 %

Estos resultados confirman una ganancia técnica significativa, atribuible al incremento del componente práctico y al uso sistemático de simuladores.

3.2 Impacto en la adquisición de competencias profesionales

La encuesta de satisfacción aplicada al alumnado mostró una valoración media de 4.8/5 respecto a la utilidad profesional del curso, destacando el realismo de las prácticas y la relevancia de los contenidos normativos.

En entrevistas semiestructuradas, los estudiantes señalaron mejoras en su capacidad para gestionar emergencias y priorizar comunicaciones críticas.

Asimismo, los instructores observaron una mayor autonomía operativa, un uso correcto de la terminología técnica en inglés marítimo y una actitud proactiva frente a incidentes simulados.

3.3 Análisis comparativo y sostenibilidad

La comparación longitudinal con cohortes anteriores evidenció una reducción del 40% en errores de interpretación de prioridad de mensajes y un aumento del 25% en la capacidad de diagnóstico de fallos técnicos.

Desde el punto de vista institucional, el programa contribuyó al cumplimiento de los estándares de auditoría interna STCW-EMSA, al incorporar evidencia de formación basada en competencias y registros verificables de simulación.

Para asegurar la sostenibilidad, se estableció un plan de actualización tecnológica trienal de los simuladores y un programa de recertificación docente cada cinco años, conforme a las directrices OMI.

3.4 Impacto en empleabilidad y movilidad profesional

Los egresados del programa presentan una tasa de inserción laboral del 83% en los seis primeros meses, y un 91% de aceptación en procesos de validación de titulaciones internacionales. El reconocimiento del curso conforme a los estándares OMI-STCW permite su equivalencia con certificados GOC/ROC, mejorando la movilidad profesional en la Unión Europea y otras jurisdicciones marítimas.

4. CONCLUSIONES

La integración de los cursos modelo de la OMI en la enseñanza universitaria del GMDSS, ha demostrado su eficacia para desarrollar competencias técnicas, operativas y regulatorias esenciales para la seguridad marítima. El modelo adoptado combina simulación avanzada, evaluación por competencias y alineamiento normativo, garantizando una formación coherente con las necesidades reales del sector.

Los resultados muestran mejoras notables en desempeño técnico, juicio operativo y comprensión del marco regulador, consolidando la validez del enfoque aplicado. Asimismo, la estandarización obtenida refuerza la interoperabilidad internacional de las titulaciones marítimas.

5. RECOMENDACIONES PARA LA MEJORA Y REPLICABILIDAD DEL MODELO

1. Estandarización de contenidos: mantener la correspondencia con los cursos modelo OMI actualizados, garantizando su equivalencia internacional.
2. Formación continua del profesorado: implementar programas de actualización técnica y pedagógica cada tres años.
3. Desarrollo de redes académicas internacionales: fomentar la cooperación entre universidades marítimas para intercambio de buenas prácticas.
4. Innovación tecnológica: incorporar entornos de simulación virtual y realidad aumentada para escenarios SAR avanzados.
5. Gestión sostenible de recursos: establecer convenios de mantenimiento compartido de simuladores y licencias digitales.
6. Evaluación longitudinal: realizar seguimiento a egresados para medir impacto real en la práctica profesional.

Estas recomendaciones facilitan la transferencia del modelo a otras instituciones y refuerzan la consolidación de un espacio formativo marítimo internacional de alta calidad.

REFERENCIAS

- [1] International Maritime Organization. *Model Course 1.25: General Operator's Certificate for the Global Maritime Distress and Safety System (GMDSS)*. IMO Publishing, London (2019).
- [2] International Maritime Organization. *Model Course 1.26: Restricted Operator's Certificate for the GMDSS*. IMO Publishing, London (2019).
- [3] International Maritime Organization. *STCW Convention and Code including 2010 Manila Amendments*. IMO Publishing, London (2017).
- [4] ITU. *Radio Regulations, Edition of 2020*. International Telecommunication Union, Geneva (2020).
- [5] SOLAS. *International Convention for the Safety of Life at Sea (Consolidated Edition 2020)*. IMO Publishing, London (2020).
- [6] García, P. & López, J. "La simulación marítima como herramienta pedagógica en la formación de operadores GMDSS." *Revista de Educación Náutica*, 12(3), 45–59 (2022).
- [7] EMSA. *Quality Standards for Maritime Education and Training Institutions*. European Maritime Safety Agency, Lisbon (2021).

Cambio de estrategia didáctica en las prácticas de aula sobre Seguridad Alimentaria: repercusión sobre los conocimientos del estudiantado

Conrado Carrascosa Iruzubieta^{1,2*}, Abel Verdú Santana¹, Pedro Saavedra Santana³, Rafael Millán de Larriva¹, Natividad Ramírez Olivares¹, Jose Raduán Jaber², Esteban Pérez García² and Esther Sanjuán Velázquez^{1,2}

¹Unidad de Nutrición y Bromatología. Departamento de Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Trasmontaña, s/n, 35413-Arucas, Las Palmas, España. ²Grupo de Innovación Educativa (VETFUN). ULPGC

³Departamento de Matemáticas. Campus de Tafira. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Edificio Matemáticas, 35017-Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, España.

*conrado.carrascosa@ulpgc.es

RESUMEN

El Grado en Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria integra en cuarto curso dos asignaturas sobre Seguridad Alimentaria: Higiene y Protección Alimentaria e Higiene, Inspección y Control Alimentario. Ambas combinan docencia teórica y práctica, destacan las prácticas de aula por la aplicación de conocimientos mediante casos y resolución de supuestos, con el fin de preparar a los estudiantes para su futura labor profesional en el control e inspección de la cadena alimentaria.

El objetivo de este estudio fue analizar si los cambios en la modalidad de impartición de las prácticas de aula (*online* vs presencial) y en los criterios de evaluación repercuten en la adquisición de conocimientos teóricos y prácticos del alumnado. Así, se investigó la relación entre calificaciones de teoría y de prácticas según la modalidad y las diferencias en las notas obtenidas en prácticas impartidas en línea o presencialmente.

La muestra incluyó estudiantes de los cursos 2023/2024 (*online*) y 2024/2025 (presencial). Los resultados evidenciaron que las calificaciones de prácticas fueron significativamente más altas en la modalidad *online* en ambas asignaturas, con correlación positiva frente a los resultados teóricos. En la modalidad presencial, en cambio, se observó menor rendimiento en prácticas y ausencia de relación con las calificaciones teóricas.

Se concluye que la modalidad de impartición influye en los resultados académicos, lo que sugiere que la flexibilidad y el trabajo autónomo *online* puede favorecer el rendimiento. Así, la heterogeneidad entre cohortes y criterios de evaluación requiere seguir investigando para mejorar la calidad y equidad de la docencia.

Keywords: prácticas de aula, *online*, presencial, higiene de los alimentos, conocimientos.

1. INTRODUCCION

El Grado en Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), regulado por la Resolución de 16 de septiembre de 2011, incorpora en su plan de estudios las competencias establecidas por la Asociación Europea de Establecimientos de Enseñanza Veterinaria (EAEVE) como *Day-One Competences*. En el ámbito de la Seguridad Alimentaria, el programa académico contempla dos asignaturas obligatorias en cuarto curso, adscritas al área de Nutrición y Bromatología: Higiene y Protección Alimentaria (HIPRA) e Higiene, Inspección y Control Alimentario (HICA). La asignatura de HIPRA tiene 6 ECTS en el primer semestre (repartidos en 40 horas teóricas y 35 horas prácticas, siendo 14 de estas horas prácticas las destinadas a prácticas de aula), e HICA 9 ECTS en el segundo semestre (62 horas teóricas y 51 horas prácticas, de las cuales 20 se desarrollan como prácticas de aula). Ambas materias, impartidas por el mismo profesorado, combinan teoría, prácticas de aula, seminarios y prácticas externas e internas, adaptando la metodología docente a cada formato y con un peso diferenciado en la evaluación final.

El contenido de HIPRA aborda los fundamentos de la seguridad alimentaria desde la perspectiva veterinaria, incluyendo higiene bromatológica, nutrición, relación del consumidor con los alimentos, peligros y contaminaciones, aditivos, enfermedades de origen microbiano, sistemas de autocontrol (APPCC), trazabilidad y gestión de la seguridad alimentaria. Por su parte, HICA se centra en el estudio de los alimentos destinados al consumo humano (naturales, conservados o transformados) a lo largo de toda la cadena alimentaria, desde la producción hasta el consumidor final. Su objetivo es evaluar la inocuidad, el valor nutritivo y comercial de los alimentos, así como las condiciones higiénicas que los rodean, integrando el conocimiento científico con la legislación vigente en materia de seguridad alimentaria.

Las asignaturas HIPRA e HICA del Grado de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), forman parte del marco más amplio de la Seguridad Alimentaria impartido en este grado, buscan preparar a los futuros veterinarios en el control, inspección y prevención de riesgos en la cadena alimentaria, donde las prácticas de laboratorio y la prácticas de aula preparan a los alumnos para abordar situaciones, que pueden encontrar en su vida laboral en el ámbito de la Seguridad Alimentaria y que de otra forma no podrían adquirir estas competencias. Las prácticas de aula tienen un papel fundamental en este proceso formativo, pues aportan mediante acciones, interacciones y decisiones didácticas que realizan los docentes y estudiantes, una resolución de situaciones de un entorno casi real donde el estudiantado puede y debe resolver supuestos prácticos y actividades planteadas por el profesor, sobre una materia ya conocida por el alumno previamente y que desarrollará en grupos en el aula. Estas prácticas permitirán la transmisión de contenidos, la construcción disciplinar de saberes, la formación profesional y crear un pensamiento crítico que completará su aprendizaje en un entorno académico/profesional de la Seguridad Alimentaria actual [1]

En España, el marco de referencia para la formación de los futuros profesionales de veterinaria durante los estudios de grado es la Orden ECI/333/2008. Siguiendo sus directrices, en los planes de estudio del Grado en Veterinaria muchos de los contenidos requeridos para alcanzar las competencias profesionales en salud pública se encuentran en asignaturas enmarcadas en las áreas de sanidad animal, higiene, seguridad y tecnología alimentaria, y gestión, ética y legislación. Sin embargo, la Unión Europea ha aprobado recientemente la **Directiva Delegada (UE) 2025/1223**, de 10 de abril de 2025, en lo relativo a los requisitos mínimos de formación para la profesión de veterinario [2] la cual tendrán que transponerla antes de ciertos plazos.

Así, numerosos autores describen la importancia de la aplicación de las TICs, como un soporte a la docencia clásica en las aulas, lo cual permite optimizar recursos y asegurar un aprovechamiento máximo por parte del alumnado [3,4,5,6]. Si buscamos sobre los beneficios directos sobre el alumnado, algunos autores como [7], afirman que el uso de las TICs motiva a los alumnos y capta su atención, convirtiéndose en uno de los motores del aprendizaje ya que incita a la actividad y al pensamiento, por lo que al estar más motivados dedican más tiempo a trabajar en actividades de la asignatura.

En términos generales, las prácticas de aula pueden definirse como sesiones enmarcadas dentro de la metodología de *blended learning* (modelo educativo que combine enseñanza presencial con enseñanza *online*), más concretamente en el tipo de *flipped classroom* (aula invertida), la cual es una estrategia concreta donde los estudiantes trabajan previamente los contenidos teóricos (generalmente en clases de teoría o en casa, con apoyo de TICs: vídeos, lecturas, materiales interactivos) para que el tiempo de prácticas de aula presencial se dedique a actividades prácticas, resolución de dudas y aprendizaje activo favoreciendo un aprendizaje bidireccional entre docente y alumnado. Este tipo de aprendizaje aporta las siguientes señas de identidad:

1. Mayor énfasis en aprendizaje activo y aprendizaje centrado en el estudiante — métodos como aprendizaje basado en problemas/proyectos, co-construcción del conocimiento y High-Impact Practices buscan que el estudiante sea agente del aprendizaje (más frecuente y estudiado en educación superior que en niveles previos). [8]
2. Vinculación con investigación y profesión (aprendizaje por investigación/prácticas profesionales): muchas actividades de aula universitarias articulan teoría-práctica con investigación, prácticas externas, laboratorios o proyectos aplicados, lo que distingue los objetivos formativos. [9]
3. Evaluación orientada a productos auténticos y competencias: la evaluación en educación superior tiende a incluir tareas complejas (portafolios, proyectos, informes de investigación, evaluación por pares) y valorar competencias disciplinarias y metacognitivas más que sólo exámenes memorísticos. [10].
4. Diversidad del estudiantado y heterogeneidad de trayectorias: la heterogeneidad (edad, experiencia laboral, formación previa, internacionalización) obliga a prácticas inclusivas y adaptadas (enseñanza diferencial, apoyos, diseño universal) [11]
5. Contexto institucional y autonomía docente las prácticas están fuertemente mediadas por regulaciones, estructuras curriculares, carga docente y cultura institucional; eso condiciona innovaciones y la adopción de nuevas prácticas [12]
6. Uso intensificado de pedagogías mixtas y tecnología (blended/*online*): la investigación reciente muestra un aumento de prácticas híbridas y retos específicos (diseño instruccional, inclusión en entornos digitales) [13].

Dentro de nuestra unidad docente intentamos abarcar el mayor número de objetivos dentro de las competencias y contenidos del ámbito de la seguridad alimentaria (peligros y evaluación de riesgos alimentarios, criterios sanitarios y bases legales, herramientas aplicadas a la gestión de la seguridad alimentaria, inspección y control oficial alimentario) y del ámbito de la educación sanitaria y comunicación (educación y promoción de la salud, estrategias de comunicación y comunicación en situaciones de emergencia) para lo cual nos apoyamos en las prácticas de aula de diferentes TICs, como las anteriormente citadas.

2. OBJETIVOS

El estudio que se plantea busca determinar si los cambios de modalidad en la impartición de las prácticas de aula (*online* vs presencial), así como de criterios y modo de evaluación, repercuten en la adquisición de conocimientos sobre Seguridad Alimentaria de los estudiantes del Grado en Veterinaria.

De manera específica, se pretende investigar sobre:

- La posible relación existente entre las calificaciones obtenidas en las prácticas de aula frente a las de los contenidos teóricos, según el modo en que aquellas hayan sido impartidas y evaluadas (*online* vs presencial).
- La diferencia entre las calificaciones obtenidas exclusivamente en las prácticas de aula según estas fueran impartidas en modo *online* o presencial.

3. MATERIAL Y MÉTODOS

3.1 Material

3.1.1. Estudiantes

El estudio se llevó a cabo con alumnos matriculados en el cuarto curso del Grado en Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), en los cursos académicos 2023/2024 y 2024/2025. Se incluyeron en la base de datos las calificaciones obtenidas en convocatoria ordinaria y extraordinaria de las asignaturas obligatorias Higiene y Protección

Alimentaria (HIPRA) e Higiene, Inspección y Control Alimentario (HICA), ambas adscritas al área de Nutrición y Bromatología.

El número de participantes fue el siguiente: en HIPRA, 62 estudiantes en el curso 2023/2024 y 69 en 2024/2025; en HICA, 83 estudiantes en el curso 2023/2024 y 58 en 2024/2025.

3.1.2. Prácticas de aula

Las prácticas de aula de HIPRA se desarrollaron en 8 sesiones (7 de trabajo más 1 de evaluación), con una duración total de 16 horas. En HICA, se organizaron en 10 sesiones (9 de trabajo más 1 de evaluación), con un total de 20 horas.

En el curso 2023/2024 las prácticas se impartieron en modalidad *online* síncrona, a través de la plataforma Microsoft Teams y el Campus Virtual de la ULPGC. Los estudiantes trabajaron sobre plantillas de legislación, supuestos prácticos y talleres formativos, descargadas del campus, que debían cumplimentar y remitir posteriormente por correo electrónico a una dirección establecida para cada asignatura, como constancia de entrega.

En el curso 2024/2025, las prácticas se desarrollaron en modalidad presencial en aulas de informática de la Facultad de Veterinaria. La metodología se mantuvo equivalente a la *online*, con introducción teórica inicial y resolución de plantillas de legislación, casos prácticos y talleres, pero con la diferencia de la interacción directa profesor-estudiante y la realización en tiempo real de las actividades si bien al igual que en el modo *online*, se ampliaba el tiempo de remisión de entrega hasta unas 72 horas tras la realización de la práctica.

2.1.3. Clases teóricas

El contenido teórico de ambas asignaturas se impartió mediante clases magistrales, complementadas con seminarios y tutorías para la resolución de dudas. La ponderación máxima de la teoría sobre el total de la nota final varió según el curso objeto de estudio: 23/24 fue de 40; 24/25 fue de 50.

3.2. Métodos

3.2.1. Modalidades docentes y criterios de evaluación

Las diferencias principales entre los dos cursos académicos se centraron en:

- La modalidad de impartición y de evaluación de las prácticas de aula (*online* en 2023/2024 vs presencial en 2024/2025).
- El número de profesores participantes en la docencia de cada asignatura (1 en 2023/2024 vs 4 en 2024/2025).
- Los criterios de evaluación aplicados, que variaron en función de la modalidad. En ambas asignaturas, la evaluación de las prácticas de aula se basó en la asistencia, la entrega de las plantillas y una prueba final, con una ponderación máxima de 30 puntos sobre el total de 100 puntos de la asignatura en el curso 23-24, y de 20 puntos en el 24-25.
- La modalidad de impartición y de evaluación de la teoría fue en ambos cursos, presencial, con un criterio de ponderación de 40 puntos máximos de 100 en el curso 23-24 y de 50 puntos en el 24-25.

3.2.2. Análisis de los datos

Las calificaciones analizadas incluyeron las obtenidas en las prácticas de aula y en la teoría, tanto en convocatoria ordinaria como extraordinaria.

Las variables numéricas se resumieron en medianas y rangos intercuartílicos (percentiles 25 – 75) y se compararon mediante el test de Wilcoxon para datos independientes. En cada asignatura y curso académico se obtuvieron las correlaciones de Spearman entre la teoría y las prácticas de aula. Asimismo, se obtuvo la regresión en mediana de la teoría frente a las prácticas de aula. Un contraste de hipótesis se consideró estadísticamente significativo cuando el correspondiente p-valor fue inferior a 0,05. Los datos se analizaron utilizando el paquete R, versión 4.2.1 [14]

4. RESULTADOS

4.1. Relación entre las calificaciones obtenidas en las prácticas de aula frente a las de los contenidos teóricos, impartidas y evaluadas en modo on-line vs presencial.

La Figura 1, muestra la relación de las calificaciones obtenidas en la teoría y las prácticas de aula en la asignatura de HIPRA, cursada en el primer semestre de los cursos 2023-2024 (en el que se impartió en modo *online*) y 2024-2025 (en el que se impartió de forma presencial).

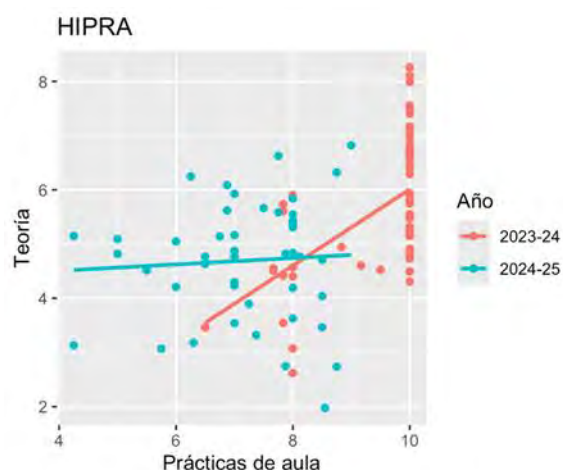


Figura 1. Asociación de las calificaciones teoría vs prácticas de aula obtenidas en modo *online* (en rojo) y presencial (en azul) en la asignatura de HIPRA. Los ajustes se hicieron mediante la regresión en mediana.

De igual forma, la Figura 2 muestra la misma relación, pero referida a la asignatura de HICA, impartida en el segundo semestre de los cursos académicos implicados en este estudio.

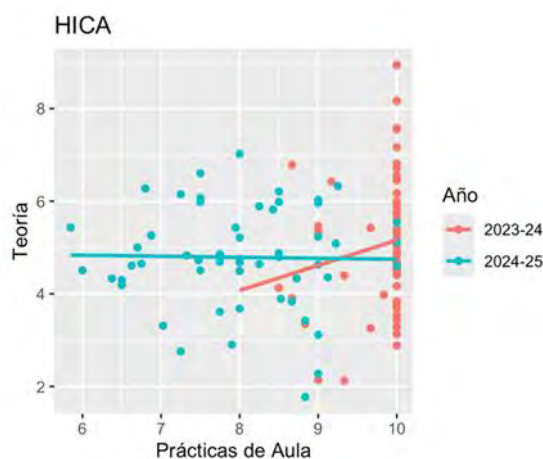


Figura 2. Asociación de las calificaciones teoría vs prácticas de aula obtenidas en modo *online* (en rojo) y presencial (en azul) en la asignatura de HICA. Los ajustes se hicieron mediante la regresión en mediana.

Del mismo modo, en la Tabla 1 se puede observar la asociación numérica de las calificaciones obtenidas, entre la teoría y prácticas de aula, según la modalidad de impartición (*online* vs presencial), para cada una de las asignaturas estudiadas.

Tabla 1. Correlaciones de Spearman entre *teoría y prácticas de aula* según curso y asignatura

Curso	HIPRA		HICA	
	Correlación Spearman	P-valor	Correlación Spearman	P-valor
2023-2024 (<i>online</i>)	0,548	< 0,001	0,211	0,087
2024-2025 (<i>presencial</i>)	0,023	0,881	0,028	0,845

A la vista de los gráficos (Figuras 1 y 2) y Tabla 1 anteriores se observa que:

1º) Un elevado porcentaje de estudiantes alcanzó la calificación máxima de prácticas de aula en ambas asignaturas cuando fueron impartidas en modo *online* (2023-2024) (puntos rojos en Figuras 1 y 2).

2º) Tanto en HIPRA como en HICA parece estar relacionado un incremento de las calificaciones de las prácticas de aula con la de los contenidos teóricos cuando fueron impartidas en modo *online* (2023-2024) (líneas rojas en Figuras 1 y 2). Esta correlación se observa de manera numérica en la Tabla 1, llegando a ser significativa en la asignatura de HIPRA (P-valor < 0.001) y casi en la de HICA (P-valor < 0.087).

3º) La dispersión en los gráficos de las calificaciones obtenidas en el curso 2024-2025 (puntos azules) muestra una falta de relación entre los resultados de los contenidos teóricos frente a las prácticas de aula impartidas en modo presencial, observándose una baja correlación en la Tabla 1 tanto en la asignatura de HIPRA (0,023) como en la de HICA (0,028).

4.2. Diferencia entre las calificaciones obtenidas en las prácticas de aula impartidas en modo on-line vs presencial

La Tabla 2 muestra, para cada asignatura de HIPRA e HICA, los resultados obtenidos por los estudiantes en los contenidos teóricos y prácticas de aula expresados en medianas y (percentiles 25 – 75) en los dos cursos objeto de estudio.

Tabla 2. Medianas y percentiles 25 – 75 de las calificaciones de teoría y prácticas de aula obtenidas en HIPRA e HICA en modo *online* y presencial.

		Curso			
		Total	23 - 24	24 - 25	P-valor*
HIPRA	Teoría	5.2 (4.5; 5.9)	5.5 (4.8; 6.6)	4.8 (3.9; 5.4)	< 0.001
	Prácticas de aula	8.0 (7.5; 10)	10 (8.8; 10)	7.2 (6.5; 8.0)	< 0.001
HICA	Teoría	4.8 (4.3; 5.8)	4.9 (4.2; 5.8)	4.7 (4.3; 5.5)	0.428
	Prácticas de aula	9.3 (8.1; 10)	10 (10; 10)	8.0 (7.3; 8.8)	< 0.001

Los datos son medianas (Percentiles 25 – 75).

(*) Test de Wilcoxon para datos independientes.

Como se puede observar (Tabla 2), se ha encontrado que existe diferencia significativa (P-valor < 0.001) según el modo de impartir las prácticas de aula (*online* vs presencial) en las calificaciones obtenidas por los estudiantes, tanto en la asignatura de HIPRA como en la de HICA. En ambas materias el resultado obtenido tras la impartición y evaluación de estas prácticas en modo *online* (curso 23-24) fue significativamente más exitoso para los estudiantes que en el curso 24-25 en el que se impartieron y evaluaron en modo presencial.

Tal y como se observa también en la Figura 3, en los contenidos teóricos, esta diferencia significativa entre los resultados obtenidos entre los cursos 23-24 y 24-25, se mantuvo únicamente en la asignatura de HIPRA, a pesar de que el modo de impartir la docencia y de evaluación, fue el mismo durante ambos cursos. En este caso, el único factor de variación influyente habría sido intrínseco a los propios estudiantes matriculados.

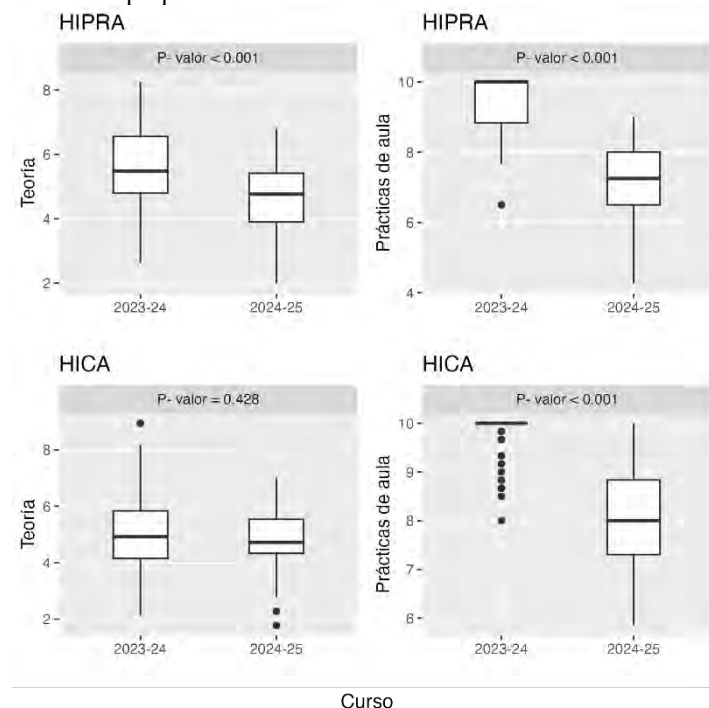


Figura 3. Diagramas de cajas y barras para las calificaciones obtenidas de teoría y prácticas de aula según curso académico y asignatura.

5. DISCUSIÓN

En la última década la matriculación de estudiantes universitarios en cursos *online* ha experimentado una tendencia al alza, debido a una mejor disposición del tiempo de enseñanza a criterio del estudiante. Sin embargo, con la llegada de la COVID-19 durante el semestre de primavera de 2020, más estudiantes universitarios se vieron repentinamente empujados a los cursos *online*. Aunque los resultados del aprendizaje de los cursos presenciales y en línea pueden no diferir, algunos estudiantes pueden no ser tan eficaces o autorregulados en contextos en línea y, por lo tanto, prefieren tomar clases presenciales cuando es posible [15]. Sin embargo, hay variación significativa según: nivel (pregrado vs posgrado), disciplina (ciencias experimentales vs humanidades), experiencia previa con *online*, y contexto regional. Varios estudios muestran crecimientos en la preferencia por modalidades híbridas o por mantener opciones no presenciales (por flexibilidad, trabajo, cuidado familiar) [15]. Estas diferencias entre ambos métodos de enseñanza pueden reducirse, si los accesos a internet o recursos informáticos necesarios para realizar el seguimiento de las clases son escasos. Así lo ponen de manifiesto algunos autores sudamericanos, [16], donde la brecha tecnológica y la pérdida de interacción se hace patente en esta sociedad aguzando el problema para acceder a las enseñanzas no presenciales, bien sean síncronas o asíncronas.

Si analizamos las actitudes y percepciones de los estudiantes universitarios respecto a las enseñanzas *online* durante los años del COVID-19, con la enseñanza presencial posterior, podemos ver resultados diversos sobre sus preferencias, pero mayoritariamente apoyaron la enseñanza presencial con un mayor grado de compromiso, aprendizaje y comprensión. Este aspecto de la distancia fue mejor llevado por los estudiantes de cursos superiores, frente a los alumnos de primer curso,

que tuvieron más problemas para relacionarse con el resto de los compañeros a través de los canales de la no presencialidad [17].

Los hallazgos muestran que la modalidad *online* de las prácticas de aula se asocia con calificaciones de prácticas más altas y con una correlación positiva (y en HIPRA, significativa) entre desempeño en prácticas y teoría; en cambio, en presencial desaparece esa asociación. Este patrón es coherente con parte de la literatura que atribuye a los entornos *blended/online* mejoras en el rendimiento o en el compromiso académico cuando el diseño instruccional es robusto y las tareas son auténticas, especialmente en ciencias de la salud y contextos profesionales, incluyendo experiencias de *flipped classroom* en Veterinaria y disciplinas afines. Las revisiones sistemáticas recientes reportan efectos positivos de *blended learning* sobre rendimiento y competencias, aunque con heterogeneidad entre estudios y materias, y meta-evidencia en Veterinaria sugiere que el aula invertida puede mejorar la preparación para la práctica y el aprendizaje aplicado [18,19,20,21,22,23].

Ahora bien, otras síntesis comparativas advierten que no siempre lo *online* supera a lo presencial: hay análisis a gran escala y estudios de módulos en ciencias biológicas donde el rendimiento fue igual o incluso inferior en formatos no presenciales o híbridos si el alineamiento pedagógico y la evaluación no están bien calibrados. En *flipped classroom* también se han descrito resultados mixtos según temas y diseño. Esta evidencia matizada sugiere que el efecto modalidad observado en nuestro estudio podría depender menos del “modo” y más de cómo se implementan actividades, tiempos de preparación y criterios de evaluación [24,25].

Los datos del presente estudio añaden un matiz clave: en HIPRA hubo diferencia significativa también en teoría entre 23-24 y 24-25 (misma docencia teórica), lo que apunta a factores de cohorte (perfil del alumnado) y, sobre todo, a condiciones de las prácticas que impactan el estudio autónomo para la teoría. Un mecanismo plausible —descrito en *flipped/blended*— es que la pre-exposición estructurada a contenidos y la gestión flexible del tiempo en línea liberen carga temporal/cognitiva y favorezcan estudio profundo antes del examen teórico; cuando en presencial se multiplica la interacción docente pero también la exigencia y consistencia evaluativa (por ejemplo, más profesorado y criterios más estrictos), se reduce la inflación de calificaciones en prácticas y se rompe la asociación con teoría. La literatura sobre moderación/consistencia de la evaluación respalda que cambios en número de evaluadores y en los estándares aplicados pueden alterar la fiabilidad y la distribución de notas, afectando correlaciones entre componentes [26,27].

Entre las **limitaciones** del presente estudio debe señalarse, en primer lugar, su diseño no experimental con dos cohortes, lo que dificulta aislar de manera precisa el efecto atribuible a la modalidad docente. En segundo lugar, las variaciones introducidas en las plantillas, en la dinámica de entrega de actividades y en la prueba final podrían haber influido en el nivel de dificultad percibida por los estudiantes. Asimismo, la participación de un mayor número de docentes en el curso 2024/2025 añade una posible fuente de variabilidad en la calificación. En cuanto a la proyección futura, sería recomendable armonizar y moderar los criterios de evaluación de las prácticas entre el profesorado para garantizar mayor consistencia; preservar elementos de aula invertida, como el trabajo preparatorio guiado con materiales breves, incluso en entornos presenciales; registrar indicadores de estudio autónomo, implicación del alumnado y carga cognitiva como posibles mediadores del rendimiento; y diseñar estudios cuasi-experimentales o de tipo *crossover* que permitan estimar con mayor solidez los efectos causales de la modalidad de docencia. Estas propuestas se alinean con las recomendaciones actuales de revisiones sistemáticas y estudios comparativos en educación superior y ciencias de la salud, que subrayan la importancia de integrar innovación metodológica con consistencia evaluativa y análisis riguroso de resultados [28,29].

6. CONCLUSIONES

El modo de impartición y de evaluación de las prácticas de aula parece influir en la adquisición de conocimientos teóricos de las asignaturas de Seguridad Alimentaria para los estudiantes. Puede que el modo *online* les permita gestionar y aprovechar mejor el escaso tiempo del que disponen una vez que cumplen con todas las tareas presenciales en la Facultad, obteniendo así un mejor rendimiento que se reflejaría en los resultados de los exámenes teóricos.

Las mayores calificaciones detectadas en las prácticas de aula al ser impartidas y evaluadas de manera *online* pueden deberse también a la intervención de otros factores como a la exclusividad de un solo docente, frente al mayor número de profesores intervinientes en la docencia presencial con la aplicación de criterios de evaluación más estrictos

No obstante, la falta de relación entre las calificaciones teóricas y prácticas de aula impartidas y evaluadas en modo presencial hace considerable el someter a estudio para un futuro próximo los posibles factores influyentes que han intervenido a lo largo de varios cursos consecutivos, con el fin de mejorar los resultados académicos de los estudiantes. Esta visión más amplia ayudará en la identificación de los factores que realmente afectan en la adquisición de conocimientos sobre Seguridad Alimentaria.

7. REFERENCIAS

- 1 Rey, A. L., & Borgobello, A. (2022). Revisión bibliográfica sobre prácticas docentes en universidades públicas argentinas. *Praxis educativa*, 26(2), 205-228.
- 2 Unión Europea. (2025). Directiva Delegada (UE) 2025/1223 de la Comisión, de 10 de abril de 2025, por la que se modifica la Directiva 2005/36/CE del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a los requisitos mínimos de formación para la profesión de veterinario. *Diario Oficial de la Unión Europea*, L1223. <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/?uri=CELEX:32025L1223>
- 3 Area M, Sanabria AL, Cepeda O, González D. Un análisis de las actividades didácticas con tic en aulas de educación secundaria. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, Enero (2011).
- 4 Regil L. Aprendizajes y TIC en Educación Superior. *Reencuentro*, núm. 62, diciembre, 92-96 (2011).
- 5 Marquès P. Impacto de las Tic en la educación: Funciones y limitaciones. *3 c TIC: cuadernos de desarrollo aplicados a las TIC*, ISSN-e 2254-6529, Vol. 2, Nº. 1 (2013).
- 6 Arancibia M, Cárcamo L, Contreras P, Scheihing E, Troncoso D. Re-pensando el uso de las TIC en educación: reflexiones didácticas del uso de la Web 2.0 en el aula escolar. *Arbor*, 190(766), a122 (2014).
- 7 Soto CF, Senra AIM, Neira MCO. Ventajas del uso de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje desde la óptica de los docentes universitarios españoles. *EDUTEC. Revista electrónica de Tecnología educativa*, 29 (2009).
- 8 VanWyngaarden, K., Pelton, J. A., Oquendo, P. M., & Moore, C. (2024). High-Impact Teaching Practices in Higher Education: Understanding Barriers, Concerns, and Obstacles to Their Adoption. *Trends in Higher Education*, 3(1), 105-121. <https://doi.org/10.3390/higheredu3010006>
- 9 Martínez Poloche, G., & Velandia Holguín, C. R. (2015). *Las Prácticas Pedagógicas en Educación Superior. Tendencias Emergentes*.
- 10 Díaz, C. M. P., Sarmiento, F. A. P., Bermúdez, A. L. G., & Vargas, L. V. R. (2019). Prácticas pedagógicas y evaluativas en educación superior: un estudio en Colombia. *Voces y Silencios. Revista Latinoamericana de Educación*, 10(2), 98-115.
- 11 Paz-Maldonado, Eddy; Flores-Giron, Hazaria y Peña Ilich, Silvia (2022). Prácticas inclusivas del profesorado universitario en el aula de clases: una revisión de la literatura. *Universidad y Sociedad* [online]. 2022, vol.14, n.6, pp. 246-255. Epub 01-Dic-2022. ISSN 2218-3620.
- 12 Selkrig, M., Dulfer, N., & Smith, C. (2024). Capturing the shifting work of teaching in higher education through postcards of practice. *Higher Education Research & Development*, 43(3), 591–605. <https://doi.org/10.1080/07294360.2023.2293192>
- 13 Suvo-Vega, J. A., Fernández-Bedoya, V. H., & Meneses-La-Riva, M. E. (2024). Beyond traditional teaching: a systematic review of innovative pedagogical practices in higher education. *F1000Research*, 13, 22. <https://doi.org/10.12688/f1000research.143392.2>
- 14 R Core Team (2022). *R: A language and environment for statistical computing*. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
- 15 Bright, K., & Vogler, J. S. (2024). Learning Online vs. Learning in Person: A Mixed-Methods Approach to Understanding How Student Preferences and Perceptions Have Evolved since the Pandemic. *Online Learning*, 28(4), 56-78.
- 16 Contreras Jordán, R. M., Feijoó Rojas, K. J., & Díaz López, W. A. (2024). Percepciones de la educación en línea y la presencialidad. *Revista InveCom*, 4(2).
- 17 Photopoulos P, Tsonos C, Stavrakas I, Triantis D. Remote and In-Person Learning: Utility Versus Social Experience. *SN Comput Sci*. 2023;4(2):116. doi: 10.1007/s42979-022-01539-6.
- 18 Matthew, S.M., Schoenfeld-Tacher, R.M., Danielson J.A., Warman S.M. (2019) Flipped Classroom Use in Veterinary Education: A Multinational Survey of Faculty Experiences. *J Vet Med Educ*. 46(1):97-107.

- 19 Ashraf M.A., Yang M., Zhang Y., Denden M., Tlili A., Liu J., Huang R., Burgos D. (2021). A Systematic Review of Systematic Reviews on Blended Learning: Trends, Gaps and Future Directions. *Psychol Res Behav Manag.*, 14:1525-1541.
- 20 Kneissl, S. M., Tichy, A., & Mitlacher, S. F. (2023). Flipped Classroom to Facilitate Deeper Learning in Veterinary Undergraduate Students: An Educational Change Pilot Study Limited to the Imaging Module Bones. *Animals*, 13(9), 1540. <https://doi.org/10.3390/ani13091540>
- 21 Basel, M. T. (2024). Using a flipped classroom in a veterinary systems physiology course increases student performance on basic knowledge and clinical applicability questions. *Advances in Physiology Education*, 48(3), 550-557. <https://doi.org/10.1152/advan.00042.2024>
- 22 De Bruijn-Smolters, M., Prinsen, F. R. (2024). Effective student engagement with blended learning: A systematic review. *Heliyon*, 10(23), e39439.
- 23 Wang, R., Raman, A. (2025). Systematic literature review on the effects of blended learning in nursing education. *Nurse Education in Practice*, 82, 104238. <https://doi.org/10.1016/j.nepr.2024.104238>
- 24 Alarifi, B.N., Song, S. (2024). Online vs in-person learning in higher education: effects on student achievement and recommendations for leadership. *Humanit Soc Sci Commun*, 11, 86. <https://doi.org/10.1057/s41599-023-02590-1>
- 25 Harper, C.V., McCormick, L.M. & Marron, L. (2024). Face-to-face vs. blended learning in higher education: a quantitative analysis of biological science student outcomes. *Int J Educ Technol High Educ*, 21, 2. <https://doi.org/10.1186/s41239-023-00435-0>
- 26 Moffett J., Mill A.C. (2014). Evaluation of the flipped classroom approach in a veterinary professional skills course. *Adv Med Educ Pract.*, 5:415-25. doi: 10.2147/AMEP.S70160.
- 27 Prichard, R., Peet, J., El Haddad, M., Chen, Y., Lin, F. (2025). Assessment moderation in higher education: Guiding practice with evidence-an integrative review. *Nurse Education Today*, 146, 106512. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2024.106512>
- 28 Schinske, J., Tanner, K. (2014). Teaching More by Grading Less (or Differently). *CBE Life Sci Educ.*, 13(2):159-66.
- 29 Jia, Y., Gesing, P., Jun, H.J., Burbage, A.K., Hoang, T., Kulo, V., Cestone, C., McBrien, S., Tornwall, J. (2022). Exploring the impacts of learning modality changes: Validation of the learning modality change community of inquiry and self-efficacy scales. *Educ Inf Technol (Dordr).*, 28(2):1763-1781. doi: 10.1007/s10639-022-11258-3.

Corresponsales de guerra: Voces de la II Guerra Mundial. La integración de la Inteligencia Artificial en la enseñanza de la Historia y la Educación Patrimonial

Daniel Becerra Romero^{*a[0000-0001-5227-9697]}, Adexe Hernández Reyes^{b[0009-0009-4480-4696]}, ^aDepartamento de Didácticas Específicas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35004, Campus del Obelisco, Las Palmas de Gran Canaria, España; ^bDepartamento de Ciencias Históricas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, 35004, Campus del Obelisco, Las Palmas de Gran Canaria, España.

RESUMEN

El presente trabajo describe una experiencia didáctica en el ámbito de la enseñanza de la Historia en Educación Secundaria, centrada en la creación de una situación de aprendizaje interdisciplinar basada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) y en la integración de la Inteligencia Artificial (IA). Bajo el título “*Corresponsales de guerra: Voces de la II Guerra Mundial*”, se propone que el alumnado adopte el papel de periodistas de la época, elaborando periódicos históricos digitales mediante el uso de herramientas tecnológicas y de IA. A través de esta metodología, se fomenta el pensamiento histórico, la empatía y la educación patrimonial, vinculando el patrimonio local con los procesos globales del siglo XX. El artículo analiza los fundamentos teóricos de la propuesta, su diseño metodológico, los instrumentos de evaluación utilizados y las implicaciones educativas del uso de la IA como mediador cognitivo en la enseñanza de la Historia.

Palabras clave: Didáctica de la Historia, Inteligencia Artificial, ABP, Segunda Guerra Mundial, Educación Patrimonial, Innovación educativa.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la Didáctica de la Historia ha experimentado una profunda transformación metodológica que la ha llevado a alejarse de los modelos transmisivos centrados en la memorización de datos y fechas, para evolucionar hacia un paradigma basado en la construcción activa del pensamiento histórico. Este cambio de enfoque responde a la necesidad de formar ciudadanos capaces de comprender la complejidad de los procesos que conforman la Historia, de contextualizar los fenómenos sociales y de interpretar críticamente las narrativas de otras etapas. Deja de concebirse como un relato cerrado y unívoco para convertirse en un espacio de interpretación, diálogo y debate, donde el alumnado aprende además *sobre* el pasado, sino *a pensar históricamente* sobre él ([1-5]).

Este proceso evolutivo se apoya en la convicción de que la enseñanza de la Historia debe trascender el ámbito puramente informativo para convertirse en una experiencia formativa, emocional y cognitiva, en la que el estudiante se sienta implicado en la búsqueda del conocimiento ([6-8]). Desde esta perspectiva, el aprendizaje histórico no consiste únicamente en adquirir información, sino en desarrollar las competencias necesarias para comprender el cambio, la continuidad, la causalidad, la multiperspectividad y la empatía histórica ([9-14]). Estas dimensiones del razonamiento histórico son las que permiten a la juventud situarse críticamente frente a los discursos del presente y participar de manera activa y reflexiva en la construcción de una memoria democrática y plural.

En este contexto, la incorporación de la Inteligencia Artificial (IA) en el ámbito educativo abre una nueva frontera epistemológica, no exenta de problemas ([15-18]). La IA no debe entenderse únicamente como una herramienta tecnológica, sino como un medio que replantea la relación entre conocimiento, interpretación y mediación ([19-21]). En la enseñanza de la Historia, su aplicación posibilita el diálogo entre el estudiantado y el pasado mediante experiencias interactivas que trascienden los límites del aula tradicional. Esta interacción genera un aprendizaje activo en el que los y

*daniel.becerra@ulpgc.es

las discentes formulen preguntas, contrasten información y construyan narrativas propias, fortaleciendo así su pensamiento crítico y su capacidad de análisis histórico.

El proyecto “*Corresponsales de guerra: Voces de la II Guerra Mundial*” parte de esta premisa didáctica y epistemológica. Se trata de una situación de aprendizaje interdisciplinar, diseñada para el nivel de 4.º de ESO, en la que el alumnado asume el rol de periodistas de distintos países beligerantes durante la Segunda Guerra Mundial. A través de una simulación periodística, el estudiantado recrea el contexto bélico y político de la época, elaborando un periódico digital en el que se incluyen entrevistas ficticias con figuras históricas como Churchill, Stalin o Hitler. La originalidad del proyecto radica en la integración pedagógica de herramientas digitales e IA -entre ellas la plataforma web *Habla con la Historia* (hablaconlahistoria.es)¹, *Google Earth* y *Canva*- para reconstruir los acontecimientos históricos desde una mirada investigadora, interdisciplinar y crítica.

La dinámica se apoya en metodologías activas, concretamente el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), y en los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), con el objetivo de garantizar que todo el grupo clase pueda participar de forma significativa en el proceso. La IA se concibe como un recurso pedagógico y narrativo complementario de enorme valor, que refuerza la función del docente como guía y acompañante, mientras que la tecnología actúa como un espacio de mediación simbólica entre el alumnado y el conocimiento histórico.

La propuesta defiende que la enseñanza de la Historia en el siglo XXI puede y debe integrar los nuevos lenguajes tecnológicos sin perder su dimensión humanista. La IA, en tanto que herramienta de simulación, diálogo y reconstrucción del pasado, favorece la alfabetización histórica, la empatía y la educación patrimonial, ofreciendo al alumnado la posibilidad de descubrir la materia no como una secuencia de hechos, sino como un proceso vivo de interpretación en constante construcción. Como ya hemos señalado, no reemplaza la mirada humana sobre otras épocas, sino que la expande, abriendo nuevas vías para comprenderlo, narrarlo y, sobre todo, sentirlo ([22-24]).

2. CONTEXTO EDUCATIVO Y JUSTIFICACIÓN

Se implementó, durante el curso 2023-2024, en el centro de Educación Secundaria Obligatoria IES Santa Brígida, un entorno caracterizado por una notable diversidad cultural, lingüística y funcional. Este contexto, lejos de ser un desafío, representa un espacio fértil para el desarrollo de propuestas inclusivas que reconozcan y valoren la pluralidad como elemento enriquecedor del proceso educativo. El nivel de 4.º de ESO con el que se llevó a cabo la experiencia estaba compuesto por dos grupos con una ratio superior a veinticinco alumnos, los cuales poseían distintos ritmos de aprendizaje, intereses y necesidades específicas de apoyo educativo. Ello exigió trazar un itinerario didáctico flexible, dinámico y accesible para el conjunto de cada grupo clase. Otro aspecto que destacar es que ambos participaban en el Programa AICLE por lo que el instrumento de evaluación -el periódico- fue elaborado en inglés por gran parte de los grupos.

A comienzos del curso y tras las pruebas de diagnóstico iniciales, se descubrió que ambos grupos mostraban un nivel general adecuado, aunque fue necesario reforzar ciertos saberes básicos previos de la materia. Sí se detectó que, en conjunto, existía una limitada destreza en el manejo de procedimientos propios del trabajo geográfico e histórico -análisis de fuentes, lectura cartográfica o interpretación temporal-, principalmente asociada a una menor práctica previa, algo que se fue corrigiendo a medida que se avanzaba en curso. Este diagnóstico inicial permitió ajustar el aprendizaje de la materia hacia un enfoque eminentemente práctico, sustentado en proyectos y actividades que promovieron la aplicación competencial del conocimiento histórico-geográfico, lo cual facilitó, llegado el momento, la implementación de la unidad en la que se desarrolló la situación de aprendizaje analizada en este artículo.

Un primer grupo estaba formado por veintisiete discentes (dieciséis chicas y once chicos), sin alumnado repetidor, aunque con tres alumnas de nueva incorporación con buen nivel en la materia y que mostraron una integración satisfactoria. Cinco alumnos mantenían materias pendientes del curso anterior (Lengua Castellana y Literatura, Lengua Extranjera, Matemáticas). También había una alumna ALCAIN por talento complejo académico y un alumno con diagnóstico de TDAH/TGC. En términos generales, se trataba de un grupo heterogéneo con cierta tendencia a la dispersión y episodios de comportamiento que ocasionalmente dificultaban el ritmo de la clase, especialmente por su carácter participativo y hablador, pero con un rendimiento académico bastante bueno.

¹ Cabe señalar que hablamos de una IA, elaborada por un grupo de docentes bajo la dirección de Julio Candela en 2023, entrenada para asumir la “personalidad” de personajes históricos.

Por su parte, el segundo grupo estaba integrado por veintinueve discentes (catorce chicas y quince chicos). En este caso, se incluía un alumno con diagnóstico TEA (USM) que asistía periódicamente a un gabinete especializado y que mostraba buena disposición y gusto por la materia. Aquí las pruebas iniciales mostraron un nivel de conocimientos medio-bajo en la materia, pero también una actitud más receptiva y un interés constante por mejorar. A diferencia del primero, este grupo se caracterizaba por un clima de aula generalmente tranquilo y colaborativo, aunque en determinadas ocasiones fue necesario intervenir para mantener la atención y el ritmo de trabajo.

Dicho contexto de aula exigía dar respuesta a la amplia diversidad presente en ambos grupos. Por ello, desde su concepción, la propuesta se diseñó conforme a los principios del DUA, ofreciendo múltiples medios de acceso a la información, de expresión del conocimiento y de implicación emocional en la tarea.

En cuanto al marco temporal, el proyecto se llevó a cabo a finales del segundo trimestre con una duración de doce sesiones, aproximadamente cuatro semanas lectivas, coincidiendo con la unidad didáctica dedicada a la Segunda Guerra Mundial. Durante este periodo, se combinó el trabajo en el aula, donde los saberes de la unidad fueron trabajados a través de diferentes actividades combinadas, y con tareas que les ayudaran a familiarizarse con el uso de herramientas digitales y aplicaciones de inteligencia artificial.

En coherencia con los mencionados principios del DUA, el proyecto se alinea con los fundamentos de la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE), que concibe el currículo como un entramado de saberes competenciales, interdisciplinares y éticos, orientados al desarrollo integral de la persona. Desde esta perspectiva, la enseñanza de la Historia debe contribuir a la formación de una ciudadanía crítica, responsable y comprometida con los valores democráticos y los derechos humanos. La propuesta responde así a este enfoque al situar la reflexión ética en el centro del aprendizaje: no se limitan a estudiar los acontecimientos bélicos, sino que analizan las causas, las consecuencias y las narrativas ideológicas que sustentaron los totalitarismos del siglo XX. De esta forma, comprender los mecanismos que condujeron a la guerra, la intolerancia o la manipulación mediática se convierte en un ejercicio de educación para la paz y la justicia social.

Por otro lado, esta dimensión cívica conecta directamente con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de la Agenda 2030, especialmente con el 4 (Educación de calidad) y el 16 (Paz, justicia e instituciones sólidas). En esta línea la enseñanza de la materia se plantea como una vía para alcanzar una educación transformadora, que no se limite a transmitir conocimientos, sino que impulse valores de convivencia, diálogo intercultural y responsabilidad global. El aula pasa de esta manera a convertirse en un laboratorio de ciudadanía dinámico donde se construyen actitudes críticas hacia la desinformación, la intolerancia y la violencia, fenómenos que, en distintas formas, siguen presentes en la actualidad.

El proyecto, además, responde a una necesidad de revalorizar la memoria histórica local, explorando el papel del Archipiélago canario durante la Segunda Guerra Mundial. A través del estudio de la presencia de bases alemanas, los movimientos de espionaje o los incidentes bélicos en el Atlántico, el alumnado descubre que la guerra no fue un acontecimiento lejano, sino un fenómeno que también dejó huellas en su propio territorio. De esta manera, la Educación Patrimonial adquiere un papel esencial: no solo se interpretan documentos y testimonios, el alumnado tiene la oportunidad de reconocer su entorno como espacio histórico y fuente viva de memoria colectiva. Una mirada que fortalece su identidad cultural y refuerza el vínculo entre la Historia escolar y la realidad cotidiana.

En este escenario, un recurso como es la IA se erige en un puente entre el conocimiento global y la experiencia local. Su uso didáctico no implica una tecnificación del aprendizaje, sino una nueva forma de humanizarlo, al ofrecerles la posibilidad de dialogar con los personajes relevantes, reconstruir sus discursos y reflexionar sobre sus decisiones desde la perspectiva del presente. El hecho de que un alumno o alumna pueda “entrevistar” al primer ministro británico o al emperador japonés, y contrastar sus respuestas con documentos reales, marca la diferencia en la manera de aproximarse al análisis y estudio de la Historia. La IA, en este sentido, no sustituye la interpretación humana, sino que la amplifica; particularmente al permitir una interacción más rica, activa y emocional con el pasado, al tiempo que fomenta la empatía y cultivar la conciencia crítica. La materia y, por extensión la asignatura, deja así de ser un discurso unidireccional para convertirse en un diálogo inter-temporal.

3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICO-METODOLÓGICA

La propuesta se asienta sobre los pilares del constructivismo, que entiende el aprendizaje como un proceso activo en el que el grupo clase construye significados a partir de sus conocimientos previos ([25]). Bajo esta premisa, la secuencia de tareas se diseña como un itinerario que va del descubrimiento inicial al análisis histórico y la creación de un producto final que

sintetiza los aprendizajes. En la fase de activación, por ejemplo, el alumnado parte de su conocimiento intuitivo sobre la Segunda Guerra Mundial para enfrentarse al enigma histórico de “*El misterio de la Casa Winter*” en Fuerteventura. La lectura de un artículo periodístico y el visionado de un documental sirven como punto de anclaje para provocar una disonancia cognitiva: la sorpresa ante la presencia de los nazis en Canarias. De este modo, la curiosidad se convierte en motor del aprendizaje y el conocimiento previo como base sobre la que edificar nuevos significados. Cabe señalar, a modo de aclaración, en torno a la citada *Casa Winter*, que dicha temática se abordó desde una perspectiva crítica y didáctica. Es decir, este edificio forma parte del imaginario colectivo y ha suscitado diversas interpretaciones y relatos de carácter legendario sin que, hasta la fecha, existan evidencias documentales que respalden algunas de las afirmaciones difundidas en torno a su supuesto uso durante la Segunda Guerra Mundial ni de la presencia del ejército alemán en la isla. Por ello, durante el desarrollo del proyecto se trabajó con el alumnado la distinción entre fuentes verificables y rumores o testimonios no contrastados, utilizando este caso como ejemplo para ejercitar el pensamiento histórico y promover una comprensión patrimonial rigurosa y respetuosa con la memoria local.

El aprendizaje significativo de Ausubel ([26]) complementa la propuesta al enfatizar la conexión entre la nueva información y la estructura cognitiva existente, haciendo que el conocimiento histórico adquiera sentido personal y duradero entre los y las discentes. Cada tarea se diseña para que relacionen los hechos globales de la guerra con su contexto insular y con los dilemas morales y sociales que aún perviven en la memoria colectiva. Así, al analizar los ataques de submarinos en las aguas canarias mediante *Google Earth*, a su vez aprenden a ubicar sucesos históricos, sino que comprenden las implicaciones humanas y territoriales del conflicto, integrando los saberes geográficos e históricos en una comprensión global. El uso de mapas digitales, fuentes primarias y textos periodísticos reales refuerza la construcción activa del conocimiento al conectar la Historia con la experiencia y el entorno próximo del estudiantado.

Por su parte, Vygotsky ([27]) aporta la noción de Zona de Desarrollo Próximo (ZDP), primordial para comprender la función de participación del profesorado y de la tecnología en el proceso de aprendizaje. En esta experiencia, el rol docente no se limita a transmitir información, sino que se convierte en un mediador entre el conocimiento histórico y las capacidades cognitivas del alumnado. La herramienta *Habla con la Historia* actúa a modo de almacén cognitivo, al permitir interactuar con representaciones digitales de personajes históricos simulados. Al formular preguntas y contrastar respuestas, el grupo clase accede a un nivel de análisis más profundo, desarrollando su capacidad de argumentación, pensamiento crítico y comprensión de la causalidad histórica. El propio proceso de entrevista -al preguntar, interpretar y reelaborar la información obtenida- se convierte en una práctica dialógica que estimula la autonomía y la reflexión metacognitiva.

Por otro lado, el modelo de inteligencias múltiples de Gardner ([28]) se hace visible en la variedad de tareas que activan diferentes competencias. Las actividades de redacción y entrevista fomentan la inteligencia lingüístico-verbal; el diseño de portadas en *Canva* o *Genially* desarrolla la inteligencia visual-espacial; la planificación del trabajo cooperativo y la asunción de roles (editor, periodista, diseñador, investigador) fortalecen la inteligencia interpersonal; y el análisis de fuentes, mapas y gráficos activa la inteligencia lógico-matemática y la digital. La inclusión de herramientas accesibles y colaborativas, como *Padlet* o el portafolio digital, garantiza además la atención a los distintos estilos y ritmos de aprendizaje, permitiendo que cada persona encuentre su espacio de participación significativa dentro del proyecto.

Como punto de partida de la situación de aprendizaje, el alumnado realizó una breve investigación sobre los antecedentes y consecuencias de la guerra, recopilando información y elaborando fichas de lectura y análisis de fuentes de diversa índole. A continuación, emplearon los saberes adquiridos para elaborar sus argumentos, diseñar titulares y ensayar entrevistas con la IA, transformando la información en interpretación. Finalmente, todo este trabajo se concretó en la creación del producto final: el periódico histórico, que además constituye una evidencia tangible del aprendizaje, sino que actúa como instrumento de evaluación competencial. Este producto final integra de manera orgánica todos los saberes básicos al fomentar en el alumnado la precisión histórica y la veracidad de las fuentes (*Competencia específica 3*), la expresión lingüística y la creatividad visual (*Competencia en comunicación lingüística y Competencia en conciencia y expresión culturales*), la cooperación y la toma de decisiones (*Competencia personal, social y de aprender a aprender*), y el uso ético de la información digital (*Competencia digital*). De esta forma, el aprendizaje histórico deja de ser una narración lineal para convertirse en una experiencia multisensorial, cooperativa y reflexiva, donde se aprende a investigar, interpretar y comunicar la Historia con rigor, sensibilidad y conciencia patrimonial.

A partir de estos fundamentos teóricos se definieron una serie de indicadores observables de aprendizaje que orientaron la evaluación del proyecto y la recogida de evidencias:

- En relación con el pensamiento histórico, se consideraron como indicadores la capacidad del alumnado para analizar fuentes primarias y secundarias, contextualizar los hechos en el tiempo y establecer relaciones de causalidad y multiperspectividad.
- En el ámbito de la alfabetización digital, se valoró la competencia para buscar, seleccionar y reelaborar información de forma crítica, así como para integrar herramientas tecnológicas y de inteligencia artificial en la producción de contenidos propios.
- En cuanto al trabajo colaborativo, se observaron actitudes vinculadas a la organización del grupo, la comunicación asertiva, la corresponsabilidad y la toma de decisiones compartidas.
- Finalmente, en la dimensión de comprensión patrimonial, se atendió a la capacidad del alumnado para reconocer la huella del pasado en el entorno próximo, interpretar el patrimonio como fuente de conocimiento histórico y establecer vínculos entre la memoria local y los procesos globales del siglo XX. Estos indicadores, articulados de manera coherente con los criterios de evaluación del área de Geografía e Historia, permitieron valorar el aprendizaje desde una perspectiva integral y competencial.

En la práctica, el desarrollo de la propuesta se enmarcó en un enfoque metodológico que combinó el aprendizaje cooperativo con la simulación histórica como eje vertebrador de la experiencia. Esto se tradujo en la diversificación de las actividades, los recursos y los formatos de evaluación, permitiendo que cada alumno o alumna pudiera acercarse al contenido desde sus propias fortalezas. Este enfoque no se limitó a una cuestión técnica de accesibilidad, sino que hizo que el DUA se convirtiese en una estrategia de equidad cognitiva y emocional, que garantizó la participación real y significativa de todo el alumnado en el proceso.

4. DISEÑO DIDÁCTICO: LA SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

La unidad didáctica se desarrolló a lo largo de doce sesiones de 55 minutos, distribuidas en tres grandes fases -activación, demostración y producción- que responden de manera coherente a los principios del citado ABP y del Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras (AICLE/CLIL). La secuencia temporal y metodológica buscaba recrear una experiencia de aprendizaje auténtico, en la que el estudiantado asumía un rol activo como periodistas, investigadores y comunicadores del pasado.

La propuesta se enmarca en un enfoque competencial, interdisciplinar y bilingüe. Las materias de Geografía e Historia, Lengua Castellana y Literatura, Tecnología y Lengua Extranjera (Inglés) se articulan para favorecer tanto la adquisición de saberes históricos como el desarrollo de destrezas comunicativas y lingüísticas; enmarcándose esta propuesta didáctica dentro de los objetivos del Programa AICLE. Este planteamiento fomenta el uso funcional de la lengua extranjera como vehículo de aprendizaje alineado con las competencias clave de la LOMLOE ([29]).

El proyecto comienza con una tarea de *storytelling histórico* basada en el estudio de caso “*El misterio de la Casa Winter*”, vinculada con las rutas del espionaje y la presencia alemana en Canarias durante la Segunda Guerra Mundial. A través del visionado de materiales audiovisuales, la lectura de textos periodísticos reales y la exploración de mapas digitales, el alumnado se enfrenta a un dilema histórico: ¿qué papel jugaron las Islas Canarias en el conflicto mundial?

Esta primera fase tiene como finalidad activar los conocimientos previos, despertar la curiosidad epistemológica y fomentar la formulación de preguntas significativas, uno de los pilares del análisis del pasado. El alumnado elabora titulares, diseña mapas mentales colaborativos y crea una línea del tiempo inicial que servirá como referencia a lo largo de la unidad. De este modo, se sientan las bases para la construcción de un aprendizaje significativo, siguiendo a Ausubel ([26]), donde la emoción y la intriga actúan como motores cognitivos. La perspectiva AICLE potencia la competencia lingüística mediante la introducción de vocabulario histórico clave (*World War II, propaganda, dictatorship, invasion, allies, neutrality*), expresiones funcionales (*What caused...?, How did...?, Why was...?*) y estrategias de lectura crítica de textos en inglés. La dimensión bilingüe no se impone como un añadido, sino que forma parte intrínseca de la experiencia cognitiva, facilitando la comprensión y producción de discursos históricos en distintas lenguas y registros.

En la segunda el alumnado se convierte en un equipo de investigación periodística. Trabaja con fuentes históricas, mapas, fotografías, documentales y testimonios, empleando herramientas digitales como *Padlet*, *Genially* y *Google Earth*. El uso de esta última resulta especialmente significativo, ya que, como sabemos, permite situar espacialmente los acontecimientos: rutas marítimas, bases militares, ataques submarinos o enclaves estratégicos del conflicto. Esta práctica fomenta la alfabetización geográfica e histórica, al vincular el análisis espacial con la comprensión de los procesos bélicos. A lo largo de esta fase, elaboran fichas de investigación bilingües (*Research cards*), en las que registran la información

obtenida, citan las fuentes y redactan resúmenes interpretativos. Se promueve así la evaluación formativa, la organización del conocimiento y la práctica de destrezas de *writing* y *speaking* en inglés. El profesorado, actuando como guía y mediador, orienta al alumnado en la selección de fuentes confiables, fomentando el pensamiento crítico y el rigor histórico.

Desde la perspectiva constructivista del citado Piaget ([25]) y sociocultural de Vygotsky ([27]), esta fase constituye el núcleo de la ZDP. La colaboración entre pares y el acompañamiento se complementan con la mediación tecnológica. En este contexto *Habla con la Historia* cumple un papel decisivo, pueden “entrevistar” a personajes históricos simulados - como Churchill, Stalin, Roosevelt o Hirohito-, formular preguntas y analizar sus respuestas desde una óptica crítica. Una interacción que no busca la mera reproducción de datos, sino, al contrario, la construcción dialógica del conocimiento histórico, donde la IA actúe a modo de andamiaje cognitivo que amplíe el horizonte de comprensión y refuerce las destrezas argumentativas.

La propuesta culmina en la elaboración del producto integrador: el periódico histórico digital, que funciona de manera simultánea, de un lado, como síntesis del aprendizaje y, de otro, como instrumento de evaluación auténtica. Cada grupo de clase representa a un país participante en la guerra y asume un rol periodístico diferenciado: editor jefe, redactor, diseñador gráfico o corresponsal. A partir de la información recopilada, las entrevistas generadas con IA y los documentos analizados, redactan artículos, editoriales y crónicas de guerra que conforman la publicación final. En este punto convergen todos los aprendizajes desarrollados: la rigurosidad del análisis histórico, la coherencia discursiva, la creatividad visual y la competencia digital. El trabajo colaborativo se refuerza mediante procesos de auto y coevaluación, donde cada miembro del equipo reflexiona sobre su contribución, revisa sus textos y ajusta el diseño final. El uso de *Canva* y *Genially* permite la maquetación profesional del periódico y su difusión en formato digital, fomentando la motivación y el orgullo por el producto creado (Fig.1). La etapa de producción consolida la competencia comunicativa en lengua inglesa, ya que los titulares, subtítulos o fragmentos de entrevistas se presentan parcialmente en este idioma, reforzando la dimensión plurilingüe y multicultural del proyecto. De este modo, no solo aprenden Historia en inglés, sino que también lo hacen en dicha lengua haciendo Historia.



Figura 1. Ejemplo del trabajo realizado por el alumnado.

5. EVALUACIÓN COMPETENCIAL Y HERRAMIENTAS DIGITALES

La evaluación del proyecto se realizó mediante la combinación de diferentes técnicas e instrumentos de recogida de datos, con el fin de garantizar un seguimiento integral del progreso del alumnado.

En relación con las técnicas de evaluación, la observación sistemática permitió registrar y valorar información significativa sobre el proceso de aprendizaje o la implicación personal. Se empleó de forma continua a lo largo de las sesiones del proyecto, tanto en las dinámicas grupales en el aula clase, como en los momentos de trabajo autónomo en las sesiones de trabajo en el aula Medusa. Ello permitió registrar la participación, la cooperación y la capacidad de resolución de problemas

de cada alumno o alumna, prestando especial atención a la interacción entre roles y al uso de la IA durante las entrevistas simuladas. Igualmente, en sesiones concretas, como, por ejemplo, las dedicadas a la elaboración de las preguntas para los personajes históricos por un lado o al diseño del periódico propiamente dicho por otro. El foco de atención se centró en identificar entre el alumnado qué estrategias de búsqueda empleaba (si de forma ordenada y sistemática o caótica), el análisis de información obtenida o la toma de decisiones colectivas. De manera general, esta técnica sirvió para obtener evidencias cualitativas sobre la implicación emocional y cognitiva del alumnado, complementando la información recogida mediante las rúbricas.

Rúbrica Analítica para Evaluar un Proyecto del Corresponsales de guerra: voces de la 2ª Guerra Mundial				
Categoría	Nivel Excelente (4)	Nivel Bueno (3)	Nivel Satisfactorio (2)	Nivel Insuficiente (1)
Investigación y Contenido	Información precisa y completa, basada en fuentes confiables.	Información mayormente precisa y completa con fuentes adecuadas.	Información básica, algunas imprecisiones, fuentes limitadas.	Información inexacta o incompleta, falta de referencias.
Contextualización Histórica	Contexto histórico bien detallado y relevante a los eventos.	Contexto histórico mayormente detallado y relevante.	Contexto histórico generalizado, algunas conexiones faltan.	Contexto histórico escaso o irrelevante.
Creatividad y Originalidad	Diseño innovador, formato creativo y elementos originales.	Diseño atractivo, algunos elementos creativos y originales.	Diseño funcional, poca creatividad y originalidad.	Diseño monótono, sin elementos creativos ni originales.
Calidad del Diseño y Estética	Diseño visualmente atractivo, uso eficaz de imágenes y gráficos.	Diseño limpio, uso adecuado de imágenes y gráficos.	Diseño simple, uso mínimo de imágenes y gráficos.	Diseño desordenado, falta de imágenes y gráficos adecuados.
Redacción y Estilo Periodístico	Escritura clara, coherente y profesional, sin errores gramaticales.	Escritura mayormente clara y coherente, pocos errores.	Escritura comprensible, pero con errores gramaticales.	Escritura confusa, muchos errores gramaticales.
Secciones del Periódico	Todas las secciones requeridas presentes y bien desarrolladas.	La mayoría de las secciones presentes y desarrolladas.	Algunas secciones presentes, desarrollo limitado.	Faltan varias secciones, desarrollo insuficiente.
Perspectiva Crítica y Análisis	Análisis profundo y crítico de los eventos y sus implicaciones.	Análisis adecuado con algún pensamiento crítico.	Análisis superficial, falta de profundidad crítica.	Sin análisis crítico, meramente descriptivo.
Uso de Fuentes Primarias	Uso destacado de fuentes primarias relevantes y bien integradas.	Uso adecuado de fuentes primarias, integradas con precisión.	Uso limitado de fuentes primarias, integración básica.	Sin uso de fuentes primarias o integración deficiente.
Exactitud Histórica	Información históricamente precisa y verificada.	Información mayormente precisa, mínimas imprecisiones.	Información con varias imprecisiones, falta verificación.	Información históricamente incorrecta.
Calidad de las Imágenes y Gráficos	Imágenes y gráficos de alta calidad y relevancia histórica.	Imágenes y gráficos adecuados y relevantes.	Imágenes y gráficos de baja calidad o relevancia limitada.	Sin imágenes o gráficos relevantes.
Coherencia General	El periódico presenta un mensaje coherente y bien estructurado.	El periódico es mayormente coherente y bien estructurado.	El periódico tiene problemas de coherencia y estructura.	El periódico es incoherente y carece de estructura clara.
Cumplimiento de Instrucciones	Todas las instrucciones fueron seguidas al pie de la letra.	La mayoría de las instrucciones fueron seguidas adecuadamente.	Algunas instrucciones no fueron seguidas correctamente.	No se siguieron las instrucciones establecidas.

Figura 2. Ejemplo de rúbrica utilizada para valorar la actividad.

En cuanto a las herramientas de evaluación per se, la rúbrica se erigió como el principal referente (Fig .2). Se diseñaron tres rúbricas principales, alineadas con los criterios de evaluación y las competencias específicas del área de Geografía e Historia, así como con las competencias clave del currículo. Tanto la inicial de carácter holístico, como las específicas diseñadas para distintas fases del proyecto, posibilitaron valorar a su vez el instrumento de evaluación final -el periódico-, sino también otras producciones diferentes elaboradas durante el proceso junto con la evolución competencial del alumnado. La triangulación de estas evidencias ofreció una visión global del aprendizaje a los distintos agentes evaluadores del proceso; integrando la mirada del docente, la coevaluación entre iguales y la autoevaluación del alumnado. Estos instrumentos, concebidos con un propósito formativo, ofrecieron criterios claros y compartidos que facilitaron la autoevaluación, la coevaluación y el seguimiento del progreso individual y grupal. De esta manera, las rúbricas actuaron como guía y soporte del proceso evaluativo, asegurando la coherencia entre los objetivos, las actividades y los resultados de aprendizaje.

Por lo que atañe a la primera rúbrica mencionada, sirvió para evaluar y calificar aspectos como la precisión histórica, la veracidad de la información, la creatividad narrativa y la capacidad del alumnado para integrar fuentes primarias y secundarias en los artículos periodísticos. Esta herramienta permitió valorar tanto la calidad del contenido como su rigor académico y la coherencia del discurso. En su dimensión formal, se analizaron también el estilo periodístico, la claridad expositiva y la corrección lingüística en las versiones en inglés del periódico, contribuyendo a reforzar la competencia comunicativa en ambas lenguas. De manera complementaria, se contemplaron aspectos como la estructura textual, la coherencia del mensaje, la adecuación del lenguaje, la singularidad de las ideas y la calidad estética del diseño. Asimismo, se incluyeron criterios específicos sobre la exactitud histórica y la integración crítica de la inteligencia artificial, lo que permitió estimar la capacidad del alumnado para interpretar y reelaborar la información obtenida mediante la herramienta *Habla con la Historia*, garantizando un uso ético y reflexivo de la IA en el aprendizaje histórico.

La rúbrica de coevaluación (Fig. 3.) se centró en la colaboración, la distribución equitativa de roles y la asunción de responsabilidades. Este instrumento fomentó la conciencia del grupo sobre la importancia de la cooperación y la ayuda mutua, visibilizando el valor educativo del aprendizaje compartido. Se promovió la reflexión conjunta en la que el grupo clase analizaba las diferentes contribuciones, al tiempo que desarrollaban las competencias sociales, cívicas y emocionales.

RÚBRICA DE COEVALUACIÓN				
CRITERIO	4 - Excelente (Avanzado)	3 - Notable (Competente)	2 - Satisfactorio (Básico)	1 - Inicial (Insuficiente)
<i>Contribución al equipo</i>	Aporta de forma constante ideas relevantes, asume tareas con iniciativa y enriquece el trabajo colectivo.	Cumple sus tareas asignadas y contribuye al desarrollo del trabajo común con regularidad.	Realiza sus tareas solo parcialmente o necesita apoyo frecuente del grupo para completarlas.	Apenas colabora o su aportación al grupo es mínima o inexistente.
<i>Responsabilidad</i>	Demuestra un alto nivel de compromiso, cumple siempre los plazos y cuida la calidad del trabajo entregado.	Generalmente cumple los plazos y muestra responsabilidad en la mayoría de las tareas.	A veces entrega tarde o con poca atención al detalle, requiere recordatorios.	No cumple con las tareas ni muestra compromiso con el grupo.
<i>Comunicación</i>	Se comunica de forma clara, asertiva y respetuosa; escucha activamente y facilita el entendimiento mutuo.	Participa en los intercambios comunicativos con claridad y respeto.	Su comunicación es irregular o poco clara; escucha con dificultad.	No participa en las conversaciones o interrumpe la comunicación del grupo.
<i>Actitud y cooperación</i>	Muestra una actitud positiva, empática y colaborativa; fomenta el buen clima del grupo.	Mantiene una actitud colaborativa y respeta a sus compañeros/as.	Coopera de forma esporádica y, a veces, genera conflictos o falta de implicación.	Muestra desinterés o comportamientos que obstaculizan el trabajo del grupo.
<i>Calidad del trabajo</i>	Su aportación se distingue por su rigor, creatividad y coherencia con los objetivos del proyecto.	Realiza un trabajo correcto y coherente con lo planificado.	Cumple parcialmente los objetivos, con errores o falta de profundidad.	El trabajo entregado es incompleto, incorrecto o sin coherencia con el proyecto.
<i>Iniciativa</i>	Propone ideas originales, busca soluciones ante dificultades y motiva al grupo a mejorar.	Muestra disposición para proponer ideas y resolver problemas cuando se le solicita.	Solo actúa cuando se le indica; tiene dificultades para tomar la iniciativa.	No muestra interés por participar ni propone soluciones.

CRITERIO		VALORACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL GRUPO 5.
CONTRIBUCIÓN AL EQUIPO		GALA: Aportó ideas innovadoras y facilitó la colaboración efectiva dentro del grupo. (4 puntos) ALEJANDRO: Contribuyó regularmente con ideas útiles y trabajó bien con otros. (3 puntos) DANIEL: Contribuyó regularmente con ideas útiles y trabajó bien con otros. (3 puntos)
RESPONSABILIDAD		GALA: Siempre confiable, cumplió con todas sus tareas asignadas a tiempo y con alta calidad. (4 puntos) ALEJANDRO: Siempre confiable, cumplió con todas sus tareas asignadas a tiempo y con alta calidad. (4 puntos) DANIEL: Siempre confiable, cumplió con todas sus tareas asignadas a tiempo y con alta calidad. (4 puntos)
COMUNICACIÓN		GALA: Comunicó sus ideas de manera clara y efectiva, promoviendo un ambiente positivo. (4 PUNTOS) ALEJANDRO: Comunicó sus ideas de manera clara y efectiva, promoviendo un ambiente positivo. (4 PUNTOS) DANIEL: Comunicó sus ideas de manera clara y efectiva, promoviendo un ambiente positivo. (4 puntos)
ACTITUD Y COOPERACIÓN		GALA: Generalmente tiene una buena actitud y coopera con el equipo. (3 puntos) ALEJANDRO: Generalmente tiene una buena actitud y coopera con el equipo. (3 puntos) DANIEL: Generalmente tiene una buena actitud y coopera con el equipo. (3 puntos)
CALIDAD DEL TRABAJO		GALA: Su trabajo fue de buena calidad con algunos aspectos sobresalientes. (3 puntos) ALEJANDRO: Su trabajo fue de buena calidad con algunos aspectos sobresalientes. (3 puntos) DANIEL: Su trabajo fue de buena calidad con algunos aspectos sobresalientes. (3 puntos)
INICIATIVA		GALA: Frecuentemente tomó la iniciativa y ayudó en la toma de decisiones. (4 puntos) ALEJANDRO: Frecuentemente tomó la iniciativa y ayudó en la toma de decisiones. (4 puntos) DANIEL: Frecuentemente tomó la iniciativa y ayudó en la toma de decisiones. (4 puntos)

CONCLUSIONES:

La verdad es que todos hemos trabajado muy bien juntos. Cada uno ha hecho su parte correctamente y nos hemos ayudado unos a otros cuando lo hemos necesitado o si una acabó su parte antes le echó una mano a los otros.

Figura 3. Ejemplo de rúbrica de coevaluación y respuesta del alumnado.

Al término de la exposición de los trabajos, cada alumno o alumna realizó su autoevaluación siguiendo los criterios y parámetros establecidos en la rúbrica formulada para tal fin. La idea principal era que a través de este ejercicio tomaran conciencia del propio proceso de aprendizaje, valorasen los logros alcanzados y reconociesen los aspectos susceptibles de mejora. En muchos casos el alumnado mostró una notable capacidad de autocrítica, identificando tanto sus fortalezas - como la implicación, la organización o la responsabilidad- como las áreas en las que debía avanzar, especialmente en la gestión de la presión grupal o en la profundización del análisis histórico. Este ejercicio de metacognición contribuyó a reforzar la dimensión ética y reflexiva del proyecto, situando la evaluación como una oportunidad para aprender a aprender.

Además de las herramientas citadas, el uso de plataformas como *Google Classroom* y *Drive* amplió las posibilidades de seguimiento y acompañamiento del aprendizaje. Para cada grupo se dispuso de una carpeta compartida en la que subían sus borradores, esquemas, entrevistas y versiones preliminares del periódico, lo que permitió al docente ofrecer una retroalimentación personalizada y en tiempo real. Este entorno virtual facilitó también la coevaluación entre iguales y el seguimiento individualizado de la progresión, especialmente en contextos de aprendizaje mixto o asincrónico. En este sentido, la IA desempeñó un papel innovador en el ámbito evaluativo. En lugar de utilizarse como un instrumento de corrección automática, se integró como herramienta de reflexión metacognitiva. Al interactuar con personajes históricos simulados, el alumnado debía analizar la validez de las respuestas generadas, identificar sesgos y contrastarlas con fuentes históricas verificadas. Esta práctica, orientada desde la ética digital, permitió el desarrollo de una evaluación crítica del conocimiento histórico y del propio proceso de aprendizaje.

Al mismo tiempo se elaboró un portafolio de trabajo en formato digital en una carpeta igualmente compartida de *Drive*, donde semanalmente el grupo clase registraba sus avances, dificultades y descubrimientos.² Este recurso sirvió para fortalecer la competencia de aprender a aprender, al invitarles a analizar sus estrategias, valorar su esfuerzo y planificar mejoras. Ambos, portafolio y carpeta, combinados con las sesiones de autoevaluación oral y escrita, propiciaron un clima de diálogo pedagógico constante entre docente y alumnado durante las sesiones que se trabajaba en el aula Medusa. El proceso evaluativo terminó con la presentación pública del producto final: el periódico histórico digital, que actúa simultáneamente como síntesis del aprendizaje y evidencia de las competencias específicas desarrolladas. Dicho producto igualmente permitió evaluar conocimientos y destrezas, sino también actitudes y valores, convirtiéndose en un espacio de expresión creativa, conciencia histórica y comunicación ciudadana.

Dicha presentación se acompañó de una defensa oral bilingüe ante el grupo clase, en la que justificaron las decisiones editoriales, explicaron la selección de fuentes y reflexionaron sobre las aportaciones de la IA al proceso de investigación. En este sentido, consideramos que la evaluación auténtica trasciende la calificación numérica para transformarse en una herramienta de crecimiento personal y profesional. De acuerdo con Zabala y Arnau ([30]), aprender por competencias implica evaluar la capacidad del alumno para movilizar saberes en contextos reales y resolver problemas con sentido. Así, el proyecto *Corresponsales de guerra* reafirma que la evaluación, cuando se concibe como una práctica dialógica, reflexiva y emocionalmente significativa, se convierte en el verdadero corazón del proceso educativo: un espacio donde se aprende evaluando y se evalúa aprendiendo. De ahí que sea necesario, conocer, saber usar y evaluar con estas herramientas en línea de acuerdo con lo propuesto por Smyrniou, Liapakis y Bougia ([31]).

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN: LA IA EN LA DIDÁCTICA DE LA HISTORIA Y LA EDUCACIÓN PATRIMONIAL

El impacto de la propuesta fue significativo tanto en la dimensión cognitiva como en la emocional. El alumnado mostró un mayor grado de implicación y compromiso con la materia, evidenciando un aprendizaje más reflexivo y profundo. La experiencia de interactuar con los “protagonistas virtuales” de la Historia propició un escenario de aprendizaje activo donde desarrollaron competencias propias del proceso de comprensión del devenir histórico, fortaleciendo su capacidad para formular preguntas significativas, contextualizar procesos, establecer relaciones causales y adoptar perspectivas múltiples ([1]).

Las evidencias cualitativas recopiladas durante el desarrollo del proyecto permiten apreciar la profundidad y diversidad de los aprendizajes alcanzados. En las entrevistas simuladas, por ejemplo, formularon preguntas que evidencian reflexión sobre el pasado y análisis crítico, como la realizada por una alumna al “entrevistar” a Churchill: “¿Cree que la propaganda fue tan decisiva como las armas en la victoria aliada?”. Nos resultó muy significativo que, tras considerar en el aula esta pregunta, se generase un pequeño debate alrededor de cómo, a día de hoy, la propaganda está tan presente en nuestra vida cotidiana; tanto que influye en nuestras decisiones (más de lo que se percibimos) volviéndonos más consumidores de lo que realmente necesitamos. De igual modo, en los periódicos digitales se reflejó una notable capacidad para examinar información histórica y sintetizarla. Estas producciones, junto con otras actividades como el juego hundir la flota aplicado a la presencia de submarinos alemanes en las aguas del litoral canario, consideramos que constituyen evidencias tangibles del impacto formativo del proyecto, al integrar la narrativa histórica, uso reflexivo de la tecnología y la creatividad expresiva en una experiencia de aprendizaje con valor cognitivo y emocional.

Los resultados obtenidos se articulan directamente con las fases de desarrollo del proyecto, evidenciando una correspondencia entre las prácticas implementadas y la adquisición de competencias específicas. Dicho de otro modo, el impacto cognitivo y emocional observado deriva directamente de la propia secuenciación del proyecto, en la que cada etapa -investigación, diseño, interacción y producción- actuó como catalizador del pensamiento histórico, la alfabetización digital y el aprendizaje colaborativo. Este hallazgo se alinea con los principios del aprendizaje significativo del ya citado Ausubel y la mediación sociocultural del también citado Vygotsky, confirmando que la interacción dialógica y contextualizada potencia la construcción activa del conocimiento histórico. La aplicación práctica de la plataforma *Habla con la historia* materializó los postulados teóricos mencionados al facilitar una experiencia de aprendizaje interactiva entre el alumnado y los líderes de la contienda. Este diálogo histórico-simulado permitió contrastar las respuestas con fuentes primarias y secundarias, convirtiéndose en una práctica de análisis crítico y reflexión metacognitiva que reforzó la comprensión del conocimiento de la materia desde una perspectiva significativa y sociocultural. Cabe señalar que la

² Al objeto de tener la misma secuencia de trabajo se les explicó los pasos de cómo crearlo y gestionarlo a través de una infografía.

interacción con la plataforma exigió una mirada crítica, en línea con lo propuesto por Piazuelo Rodríguez y Bermejo Malumbres ([21]), al objeto de validar la información obtenida, contrastarla con fuentes y reconocer los posibles sesgos de los discursos automatizados. Dicho proceso se convirtió, en sí mismo, en una estrategia metacognitiva de aprendizaje histórico. En esta línea, puede decirse que la IA se consolida como un recurso didáctico que estimula la curiosidad, la interrogación y la reflexión crítica al tiempo que complementa la labor docente.

Cada fase del proceso -investigación documental, diseño de la entrevista, interacción con la IA y producción final- contribuyó de manera específica al desarrollo de las competencias planificadas en la unidad. En la primera fase, el alumnado demostró progresos en el pensamiento histórico al identificar fuentes, contextualizar hechos (no es lo mismo hacer la entrevista al inicio, durante o al final de la contienda) y establecer relaciones de causalidad. Durante el diseño de entrevistas, se fortalecieron las destrezas comunicativas y el rigor en la formulación de preguntas históricamente significativas. En la interacción con la IA, se observó un avance en la alfabetización digital crítica, al contrastar las respuestas automatizadas con fuentes académicas (libros de texto, webs, etc.) y reconocer sesgos. Finalmente, la producción periodística favoreció la integración de saberes y la autonomía cognitiva, al exigir coherencia narrativa, creatividad visual y uso ético de la información (Fig. 4).

Estos resultados reflejan una progresiva madurez cognitiva y metacognitiva, justificada en la calidad de los productos finales y en las reflexiones recogidas en los diarios de aprendizaje. La secuencia metodológica no solo potenció el dominio de contenidos de la asignatura, sino también la comprensión de los procesos de construcción del conocimiento, consolidando las competencias de razonamiento histórico, alfabetización digital, trabajo colaborativo y conciencia patrimonial. En conjunto, esta síntesis analítica nos permite vincular los hallazgos observados con las dimensiones competenciales del proyecto, reforzando la coherencia entre el diseño metodológico y los resultados alcanzados.

Desde la óptica de la Educación Patrimonial, los resultados también fueron notables. Permitió vincular los contenidos de la materia con el patrimonio material e inmaterial del entorno, favoreciendo una lectura crítica del pasado desde lo local ([32]). En el caso concreto del proyecto, el grupo clase supo identificar la relación de los acontecimientos de la II Guerra Mundial con las huellas físicas del conflicto en Canarias -como fortificaciones costeras, refugios antiaéreos o testimonios de los canarios que murieron en los campos de concentración-, generando una comprensión más holística y situada de los hechos.

De esta forma, el patrimonio se configuró como un agente simbólico entre el conocimiento académico y la memoria social, entre lo tangible y lo virtual. La IA funcionó como puente entre el patrimonio físico y el digital, posibilitando recreaciones, simulaciones y reinterpretaciones de los espacios históricos. Este proceso de conexión entre pasado y presente reforzó la noción de identidad cultural y la conciencia de pertenencia al territorio, objetivos centrales de la Educación Patrimonial ([33]). La tecnología, por tanto, no se limitó a reproducir información, sino que amplió la experiencia sensorial y emocional del aprendizaje, transformando la relación del alumnado con el patrimonio. Este proceso demostró que es posible construir un espacio simbólico de encuentro donde convergen la memoria individual y colectiva, lo material y lo intangible, lo histórico y lo contemporáneo. En la misma línea que las investigaciones citadas, los resultados de la experiencia invitan a reflexionar sobre el papel que este tipo de herramientas habrá de tener en la renovación de la Didáctica de la Historia y la Geografía. Igualmente, subrayan la necesidad de formar al profesorado en competencias digitales críticas, que incluyan el dominio de la denominada ingeniería de *prompts*, es decir, la habilidad para dialogar con los sistemas desde una perspectiva ética y epistemológica ([21; 34-37]). Al mismo tiempo, consideramos que puede ser un instrumento de evaluación formativa y creativa, orientado a valorar la originalidad, la argumentación y la coherencia histórica más que la memorización.

La conexión entre el método aplicado y los resultados observados se manifiesta en la correspondencia directa entre las estrategias didácticas empleadas (ABP, simulación histórica, enfoque AICLE) y las competencias desarrolladas por el alumnado. Ello queda reflejado en el incremento en la participación activa, la mejora en la comprensión histórica y el uso crítico de la inteligencia artificial, fundamentado en la investigación, la cooperación y la creación de productos significativos.

Por otra parte, a modo de autocrítica y de limitación, a pesar de los avances indicados, es preciso reconocer que carecemos de resultados cuantitativos sistematizados que permitan contrastar de manera estadística la magnitud del impacto educativo. Principalmente debido a que estamos ante un campo dinámico y nos enfrentamos a la puesta en práctica de una experiencia docente como primera toma de contacto con la IA en su vertiente académica con un grupo clase concreto. Dicha limitación responde en la misma medida a la naturaleza cualitativa y exploratoria de la propuesta, centrada en la observación, la reflexión y el análisis de evidencias narrativas y competenciales. No obstante, consideramos necesario

incorporar e implementar de cara a futuros proyectos de características similares, instrumentos de recogida y análisis de datos cuantitativos -como escalas de evaluación estandarizadas, cuestionarios de percepción o matrices de progreso competencial-, pretest y posttest, que complementen la información recabada y refuercen la validez empírica de los resultados.

7. CONCLUSIONES

El proyecto evidencia que la integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de la Historia no constituye un fin en sí mismo, sino un medio para humanizar el aprendizaje. Su valor no reside únicamente en el componente tecnológico, sino en la intencionalidad pedagógica con la que se implementa. Puede decirse que cuando se emplea de forma crítica, ética y contextualizada, se convierte en un aliado del pensamiento histórico, un facilitador de la empatía y una vía para la reconstrucción del patrimonio cultural desde la mirada del alumnado. Esta experiencia demuestra que el ABP, apoyado en herramientas de IA, potencia el desarrollo de competencias históricas complejas. A través de la formulación de preguntas, la interpretación de fuentes primarias y secundarias, la argumentación y la comunicación histórica, el alumnado además asimila información y aprende a pensar de forma crítica. Al mismo tiempo, la creación de productos digitales -como periódicos, infografías o simulaciones interactivas- fomenta la alfabetización digital, el pensamiento multimodal y la comprensión de la Historia como un proceso interpretativo y narrativo.

Lejos de despersonalizar el proceso, revaloriza el papel del docente como guía cultural y epistemológico. Su función no es sustituir, sino de comprender y resignificar el pasado. En este sentido, el aula se transforma en un laboratorio de análisis del pasado y ético, donde convergen el patrimonio, la memoria y la tecnología como ejes de un aprendizaje humanista e inclusivo, en línea con el popular método TPACK, el conjunto de tres tipos de conocimientos esenciales para el profesorado del siglo XXI: tecnológico (TK), pedagógico (PK) y de contenido (CK).

La aplicación de la IA en la Didáctica de la Historia y la Educación Patrimonial se revela, por tanto, como una oportunidad para repensar los fines, los métodos y las mediaciones del aprendizaje histórico. Frente al riesgo de la automatización o la pérdida de sentido, el uso pedagógico con este tipo de recursos puede reforzar la reflexión crítica y la dimensión emocional del conocimiento histórico. La experiencia vivida en el aula al desarrollar este trabajo confirma que la combinación de perspectivas funcional y dialógica -esto es, la funcionalidad de las herramientas junto con la interacción reflexiva entre estudiante y tecnología- constituye una base sólida para una enseñanza de la Historia que sea crítica, contextualizada y emocionalmente significativa. En definitiva, no reemplaza al historiador ni al docente, pero sí puede convertirse en su aliada didáctica para promover una educación más consciente, participativa y sostenible. Desde esta visión, no desvirtúa el conocimiento humano: lo enriquece. Permite “escuchar” las voces del pasado, analizarlas con los códigos del presente y proyectarlas hacia el futuro, en una espiral de aprendizaje que une la memoria, la emoción y la razón.

REFERENCIAS

1. Wineburg, S. *Historical thinking and other unnatural acts: charting the future of teaching the past*. Temple University Press, (2001).
2. Santisteban, A. La formación de competencias de pensamiento histórico. *Clío & Asociados: La historia enseñada*, 14, 34-56, (2010).
3. Seixas, P., & Morton, T. *The six big historical thinking concepts*. University of Toronto Press (2013).
4. Wilson, K., Dudley, D., Dutton, J., Preval-Mann, R. and Paulsen, E. A systematic review of pedagogical interventions on the learning of historical literacy in schools. *History Education Research Journal*, 20(1), 9, (2023).
5. Reyes-Parra, P. A., Navarro-Roldán, C. P. & Santisteban, A. Pensamiento histórico y crítico en el contexto educativo: una revisión sistemática. *Panta Rei*, 18, 12-37, (2024).
6. Fraile-Delgado, F. J. Pensar en Clío: la evolución de las concepciones historiográficas del alumnado de 1º de Educación Secundaria Obligatoria. *Didáctica De Las Ciencias Experimentales y Sociales*, (39), 3-16, (2020).
7. Fraile -Delgado, F. Percepciones del alumnado sobre la historia alternativa como herramienta de aprendizaje: un análisis de caso en 4º de ESO. *Clío & Asociados. La Historia enseñada*, 37, e0028, (2023).
8. García Rivera, E. L. (2022). La construcción del pensamiento histórico en el nivel medio superior: propuesta didáctica para la enseñanza de la historia. *Sinéctica, Revista Electrónica de Educación*, (58), e1323.
9. Paricio, J. Perspective as a threshold concept for learning history. *History Education Research Journal*, 18(1), (2021).

10. Abbey, D., & Wansink, B. G. J. Brokers of multiperspectivity in history education in post-conflict societies. *Journal of Peace Education*, 19(1), 67-90, (2022).
11. Meral, E., Başçı-Namlı, Z., & Karakuş-Yılmaz, T. Developing the historical thinking skill scale at the secondary school level. *International Journal of Curriculum and Instructional Studies*, 12(2), 413-440, (2022).
12. López-García, A. Effectiveness of a teaching methodology based on the historical thinking theory in history classes. *Frontiers in Education*, 8:1175123, (2023).
13. Morote Seguido, Álvaro F., y Colomer Rubio, J.C. Competencia Digital Docente: desafíos para la enseñanza de las Ciencias Sociales a partir de un proyecto de innovación educativa. *Interdisciplinary Journal of Didactics*, (1), 19-32, (2024).
14. Smets, W. Four design principles for student learning substantive historical concepts-a realistic review study. *History Education Research Journal*, 21(1), 4, (2024).
15. Leme Lopes, A.P. Artificial history? Inquiring ChatGPT on historiography. *Rethinking History*, 27(4), 709-749, (2023).
16. Camino-Herrera, CA., Granda-Valencia, V., Vega-Miraba, S. y Lavarello-Delgado, X. Integración de la inteligencia artificial en la enseñanza de la historia mundial: perspectivas y desafíos. *Polo del Conocimiento*, 92, 9, 5, 1799-1819, (2024).
17. Wang, S., Wang, F., Zhu, Z., Wang, J., Tam, T. y Du, Z. Artificial intelligence in education: a systemic literature review. *Expert systems with applications*, 252, 124167, (2024).
18. Martínez-Márquez, M. Inteligencia Artificial y Educación. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 18(1), 245-257, (2025).
19. Álvarez-Sepúlveda, H. La Inteligencia Artificial como catalizador en la Enseñanza de la Historia: retos y posibilidades Pedagógicas. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 16(2), 318-325, (2023).
20. Chimbunde, P., Moreeng, B.B. Reconfiguring History teachers' assessment practices in the context of ChatGPT: charting the new terrain. *TechTrends* 69, 607-617, (2025).
21. Piazuero Rodríguez, I. y Bermejo Malumbres, E. Inteligencia artificial en la didáctica de Ciencias Sociales. Una aproximación exploratoria para la educación del futuro. *Comunicación y hombre: Revista interdisciplinar de ciencias de la comunicación y humanidades*, 21, 165-177, 2025.
22. Petousi, D., Katifori, A., Servi, K., Roussou, M. y Ioannidis, Y. History education done different: a collaborative interactive digital storytelling approach for remote learners. *Frontiers in Education*, 7:942834, (2022).
23. Carretero, M. y Gartner, E. Artificial Intelligence and historical thinking: a dialogic exploration of ChatGPT/Inteligencia Artificial y pensamiento histórico: una exploración dialógica del ChatGPT. *Studies in psychology* 45, 1, 80-102, (2024).
24. Santamaría-Velasco, J., Núñez-Naranjo, A. y Morales-Urrutia, X. Critical thinking and AI: Enhancing history teaching through ChatGPT simulations. *International journal of innovative research and scientific studies*, 8(1), 564-575, 2025.
25. Piaget, J. *La formación del símbolo en el niño*. Morata, (1999).
26. Ausubel, D. P. *Educational psychology: a cognitive view*. Holt, Rinehart and Winston, (1997).
27. Vygotsky, L. S. *Mind in society: The development of higher psychological processes*. Harvard University Press, (1978).
28. Gardner, H. *Intelligence reframed: multiple intelligences for the 21st century*. Basic Books, (1998).
29. Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre (LOMLOE), por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de Educación.
30. Zabala, A., & Arnau, L. *11 ideas clave. Cómo aprender y enseñar competencias*. Graó, (2007).
31. Smyrniou, Z., Liapakis, A. y Bougia, A. Ethical use of artificial intelligence and new technologies in Education 5.0. *Journal of Artificial Intelligence, machine learning and data science*, 1(4), 119-124, (2023).
32. Valle, J. M. *Inteligencia artificial y educación patrimonial: nuevas mediaciones para la historia escolar*. *Revista Clío & TIC*, 6(2), 45-60, (2023).
33. Fontal, O. *La educación patrimonial: del patrimonio a las personas*. Trea, (2013).
34. Yetişensoy, O. y Rapoport, A. Artificial intelligence literacy teaching in social studies education. *Journal of Pedagogical Research*, 7(3), 100-110, (2023).
35. Chukhlomin, V. Socratic prompts: Engineered dialogue as a tool for AI- Enhanced educational inquiry. *Latin American Business and Sustainability Review* 1(1), 1-14, 2024.
36. Federiakin, D., Molerov, D., Zlatkin-Troitschanskaia, O. y Maur, A. Prompt engineering as a new 21st century skill. *Frontiers in Education*, 9:1366434, (2024).
37. Brazao, P. y Tinoca, L. Artificial intelligence and critical thinking: a case study with educational chatbots. *Frontiers in Education*, 10:1630493, (2025).

Aprendizaje basado en problemas y micro-learning en ingeniería: una propuesta para mejorar motivación y permanencia

Julio Pérez-Sánchez ^{*a[0000-0002-2615-6076]}, Héctor R. Díaz-Ojeda ^{b[0000-0001-8045-0156]}, Patricia Jimeno-Sáez ^{c[0000-0003-4733-7236]},
Cándida García González ^{a[0000-0002-8379-3397]}, Adrián López Ballesteros ^{d[0000-0001-6350-5653]} y Elisabeth V. Lucero-
Baldevenites ^{b[0000-0002-1328-8117]}.

^a Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles, Campus Universitario de Tafira, 35014 Las Palmas de Gran Canaria, España ^b Departamento de Ingeniería Mecánica de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles, Campus Universitario de Tafira, 35014 Las Palmas de Gran Canaria, España ^c Universidad Católica San Antonio de Murcia, Campus de los Jerónimos s/n, 30107 Murcia, España. ^d Departamento de Informática de Sistemas y Computadores de la Universidad Politécnica de Valencia, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España

*julio.sanchez@ulpgc.es; teléfono 968454474

RESUMEN

El elevado abandono en los primeros cursos de titulaciones de ingeniería continúa siendo un reto crítico en el ámbito universitario, asociado a metodologías tradicionales centradas en clases magistrales poco conectadas con la práctica profesional. Este estudio presenta la implementación de Microproblem, una propuesta metodológica basada en el aprendizaje activo que combina *micro-learning* y aprendizaje basado en problemas (ABP), con el objetivo de mejorar la motivación, la comprensión y el rendimiento del alumnado. La experiencia se desarrolló en varios grados de ingeniería en dos universidades españolas, sustituyendo parcialmente la docencia expositiva por vídeos breves y resolución colaborativa de problemas técnicos contextualizados. A través de encuestas iniciales y finales, así como del análisis comparativo de calificaciones, se evaluaron aspectos como la autonomía, la percepción de la carga de trabajo, la utilidad del acompañamiento docente y la predisposición al abandono. Los resultados muestran una valoración positiva de la metodología, especialmente en cuanto al apoyo del profesorado y el aprendizaje autodirigido. Las correlaciones entre variables psicosociales refuerzan la influencia del entorno institucional y social en la permanencia del alumnado. Aunque el impacto en las calificaciones fue desigual entre centros y grados, se observan tendencias favorables en algunos contextos concretos. Estos hallazgos subrayan el potencial del ABP cuando se alinea con un rediseño metodológico coherente y con la implicación activa del profesorado, y apuntan a la necesidad de consolidar estas prácticas como vía para mejorar la experiencia académica y reducir el abandono en las ingenierías.

Palabras clave: Abandono universitario, ABP, metodologías activas, educación en ingeniería, innovación docente

1. INTRODUCCIÓN

El abandono universitario constituye una de las problemáticas más persistentes en el ámbito de la educación superior, lo que genera consecuencias académicas, económicas y sociales. A nivel académico, el abandono implica una ruptura en la trayectoria educativa del estudiante, frecuentemente asociada a un menor acceso a oportunidades laborales cualificadas [1]. Desde el punto de vista económico, incide directamente en el alumnado, quien asume inversiones considerables en matrícula, libros, desplazamientos y otros recursos que no generan retorno si los estudios no se completan, como a las instituciones universitarias, que pierden financiación asociada a la permanencia y egreso de los estudiantes [2]. En términos sociales, se traduce en un desaprovechamiento del talento potencial, una menor productividad nacional y un impacto negativo sobre la equidad en el acceso a una educación de calidad, especialmente en contextos socioeconómicos vulnerables [3–5]. La pérdida de estudiantes representa no solo una interrupción en el desarrollo personal y profesional del alumnado, sino también un uso ineficiente de los recursos públicos e institucionales [6]. Este fenómeno resulta particularmente acusado en las titulaciones del ámbito STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), donde el rigor académico, la elevada carga de trabajo, y la naturaleza abstracta de los primeros cursos dificultan el vínculo inmediato con la práctica profesional. Numerosos estudiantes reportan una desconexión entre los conocimientos teóricos impartidos en el aula y su aplicabilidad en contextos laborales reales, lo cual genera una percepción de inutilidad o desmotivación que puede desembocar en el abandono [7–9].

A nivel internacional, la preocupación por el abandono en titulaciones STEM ha sido ampliamente documentada. Por ejemplo, en Europa, estudios del European Tertiary Education Register (ETER) y del Joint Research Centre (JRC) de la Comisión Europea señalan tasas de abandono en ingeniería superiores al 30% en países como Italia, Alemania y Francia [10]. En Estados Unidos, el informe de [9] indica que sólo el 48% de los estudiantes que inician carreras STEM se gradúan en una disciplina del mismo ámbito. Estas cifras han impulsado numerosas estrategias de reforma curricular y metodológica a nivel global. En el contexto español, los datos del Instituto Nacional de Estadística [11] muestran un descenso de las nuevas matrículas de aproximadamente el 15% en la última década, mientras que las tasas de abandono se sitúan en torno al 35%, superando ampliamente a otras ramas del conocimiento como ciencias sociales y jurídicas. Estudios realizados en diversas universidades españolas [12] muestran niveles elevados de abandono en titulaciones de ingeniería, en línea con los promedios nacionales ya elevados reportados por el INE. Factores como el bajo rendimiento académico, la desmotivación y la percepción de falta de apoyo docente también aparecen entre las causas más destacadas [13]. A ello se suman elementos estructurales del sistema universitario y la desconexión entre las competencias desarrolladas y las demandas del mercado laboral, lo cual puede afectar la continuidad del alumnado [14]. A estas causas se suman otras igualmente relevantes como la escasa formación previa en competencias transversales (gestión del tiempo, trabajo en equipo, autorregulación del aprendizaje), fundamentales para adaptarse al entorno universitario. Además, la falta de referentes profesionales o de contacto temprano con la práctica ingenieril contribuye a una percepción de lejanía entre los estudios y la realidad laboral, debilitando el compromiso del estudiantado [15–17].

Las clases tradicionales centradas en la transmisión unidireccional del conocimiento han demostrado ser menos eficaces para promover aprendizajes profundos y duraderos, especialmente en contextos donde el alumnado demanda mayor implicación práctica [18]. Frente a ello, diversas investigaciones sugieren que las metodologías activas como el aprendizaje basado en problemas (ABP), el aprendizaje colaborativo y el *flipped classroom* fomentan no solo el rendimiento académico, sino también competencias transversales fundamentales como el trabajo en equipo, la resolución de problemas y la comunicación efectiva [19–21]. Estas metodologías, centradas en el estudiante, transforman el rol del docente en un facilitador del aprendizaje, favoreciendo la autonomía, el pensamiento crítico y la implicación activa del alumnado. Investigaciones recientes evidencian que estas metodologías aumentan la motivación, mejoran la retención de contenidos y preparan mejor al estudiantado para contextos laborales dinámicos y colaborativos [17,22].

En este contexto, el ABP se configura como una estrategia especialmente pertinente para el aprendizaje de la ingeniería, dado que permite a los estudiantes enfrentarse a situaciones complejas, abiertas y con múltiples soluciones, similares a las que encontrarán en su futura profesión [23]. Además, el aprendizaje en grupos pequeños guiado por el docente facilita la construcción compartida del conocimiento, el desarrollo de habilidades sociales y el compromiso con el proceso de enseñanza-aprendizaje. Sin embargo, su implementación requiere un rediseño metodológico, una planificación rigurosa y una implicación activa del profesorado [24]. Junto con el ABP, el uso de vídeos cortos de carácter teórico (*micro-learning*) está ganando terreno como complemento eficaz al trabajo autónomo. Este recurso permite al estudiantado acceder a los contenidos a su propio ritmo y reservar el tiempo presencial para la resolución de problemas y el debate colaborativo [25]. No obstante, estudios como el de [26] advierten de que la mera incorporación de tecnología no garantiza mejoras, a menos que esté integrada dentro de un marco pedagógico coherente.

Este artículo presenta los resultados de la primera fase de un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) que propone combinar *micro-learning* y ABP en varias asignaturas de algunos cursos de ingeniería (Figura 1). En concreto, se sustituye la clase magistral por una píldora formativa audiovisual que sintetiza la teoría esencial, seguida de un test de autoevaluación y el trabajo colaborativo presencial para resolver un problema técnico-profesional. Esta propuesta, a la que se ha llamado Microproblem, se enmarca en una línea más amplia de transformación docente y pretende analizar su efecto sobre la motivación, percepción de utilidad y abandono potencial de los estudios en titulaciones de ingeniería.

A diferencia de las experiencias tradicionales de ABP o *flipped classroom*, Microproblem integra de forma estructurada y simultánea el *micro-learning* y el trabajo colaborativo contextualizado, en una secuencia didáctica que exige la aplicación inmediata del contenido aprendido a través de problemas profesionales realistas. Esta combinación se articula mediante una lógica progresiva (vídeo breve, test de autoevaluación, resolución grupal, presentación técnica), que no sólo potencia el aprendizaje autodirigido, sino que también asegura la participación activa en todas las fases. La denominación propia responde al carácter compacto, repetible y adaptable de cada unidad de trabajo, lo que facilita su implementación incremental dentro de la programación docente.

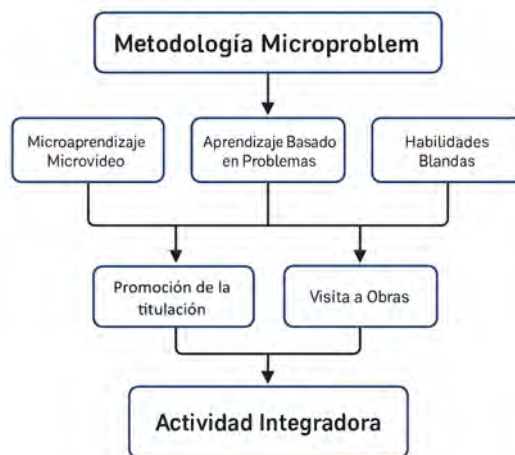


Figura 1. Esquema de propuesta.

2. METODOLOGÍA

El proyecto Microproblem propone una transformación metodológica en la docencia de titulaciones de ingeniería, a través de la combinación de *micro-learning* y ABP. Esta iniciativa busca reducir las tasas de abandono mejorando la motivación, la percepción de utilidad de los contenidos y la implicación del estudiantado en su proceso formativo. Los grupos comparados (Microproblem versus clases tradicionales) fueron equivalentes, ya que la experiencia se aplicó en una misma asignatura, con el mismo número de estudiantes y el mismo docente, diferenciándose únicamente en los bloques temáticos tratados con cada metodología. Esto garantiza la validez interna del análisis.

2.1 Enfoque metodológico

La propuesta sustituye la tradicional clase magistral por una secuencia didáctica compuesta por:

- Píldoras formativas audiovisuales: vídeos breves (5-7 minutos) con contenidos conceptuales clave, sin desarrollo matemático extenso y conectados con casos reales de aplicación profesional. Estos se publican en el campus virtual una semana antes del inicio del tema.
- Cuestionario de autoevaluación: tipo test sobre el contenido del vídeo, con preguntas aleatorias y con un límite de dos intentos, cuya superación es requisito para acceder al trabajo en aula.
- Trabajo colaborativo presencial: en sesiones de grupo (4-5 personas), el alumnado resuelve un problema técnico-profesional complejo, estructurado en fases para permitir la rotación de roles de liderazgo y fomentar la participación equitativa.
- Presentación de resultados: mediante un vídeo de 3-5 minutos grabado por los grupos, con exposición a cargo de un miembro seleccionado al azar, fomentando habilidades de comunicación oral y síntesis técnica.

2.2 Selección y preparación del contenido

Los temas seleccionados deben ser fácilmente vinculables a la práctica profesional de la ingeniería y permitir su tratamiento mediante resolución de problemas. Se prioriza su implementación en asignaturas de primer y segundo curso, donde el riesgo de abandono es mayor.

Los problemas propuestos simulan contextos reales del ejercicio ingenieril, requieren la integración de conocimientos teóricos y habilidades prácticas, están diseñados para desarrollarse en un mínimo de 3 a 4 horas presenciales y se acompañan de bibliografía complementaria y guías disponibles en el campus virtual.

2.3 Evaluación y seguimiento

El impacto de la metodología se evalúa mediante encuestas iniciales sobre motivación y expectativas y causas de abandono, encuestas específicas tras la experiencia de ABP y resultados académicos y participación en las actividades.

La evaluación del impacto de la propuesta metodológica se ha realizado mediante una comparativa entre los resultados obtenidos en las encuestas aplicadas a principio de curso (INI) y tras la implementación de la metodología (FIN). Estas encuestas recogieron la percepción del estudiantado respecto a variables clave del proceso educativo. Se priorizó el análisis de las siguientes variables representativas: motivación e interés por la carrera, percepción de la dificultad de las asignaturas, conexión entre la materia impartida y la práctica profesional, valoración de los vídeos formativos y el trabajo en grupo, nivel de satisfacción general con la asignatura y con la metodología e intención de abandono o continuidad en los estudios.

En este estudio se aplicarán diversos análisis estadísticos con el objetivo de evaluar el impacto de la experiencia educativa innovadora en la percepción del alumnado. En primer lugar, se utilizará estadística descriptiva para resumir las variables clave mediante medidas de tendencia central (media y mediana), dispersión (desviación estándar) y percentiles significativos. Para comparar las valoraciones antes y después de la intervención (encuestas INI y FIN), se aplicarán pruebas t para muestras independientes en las variables cuantificables medidas mediante escala Likert (1–5), diseñados ad hoc para este estudio. En los casos en los que intervienen más de dos grupos o cursos, se empleará un análisis de varianza (ANOVA). Asimismo, se realizará un análisis de correlación entre variables relevantes como motivación, satisfacción o presión académica; se usará el coeficiente de Pearson cuando las variables presenten distribución normal y Spearman como alternativa no paramétrica en ausencia de normalidad. Finalmente, se llevará a cabo un análisis cualitativo de las preguntas abiertas, categorizando las respuestas en temáticas como percepción de utilidad, implicación del profesorado o dificultades encontradas. Conjuntamente, estos análisis permitirán valorar con rigor si la metodología implementada ha producido cambios estadísticamente significativos en aspectos clave del proceso formativo y en la continuidad de los estudios universitarios.

2.4 Actividades complementarias

Con el objetivo de reforzar la conexión entre los contenidos académicos y la realidad profesional, se han desarrollado diversas actividades complementarias a lo largo del proyecto. En primer lugar, se organizaron dos seminarios semestrales impartidos por ingenieros y profesionales del sector, quienes compartieron sus experiencias laborales y explicaron cómo los temas tratados en clase se aplican en contextos reales. Además, se llevaron a cabo tres visitas semestrales a instalaciones y obras, coordinadas con entidades externas, que permitieron al alumnado conocer de primera mano los entornos de trabajo en los que podrían desenvolverse profesionalmente. Finalmente, se promovieron acciones de difusión y promoción en jornadas de puertas abiertas y en centros escolares, donde los propios estudiantes participaron activamente explicando el enfoque metodológico del título y su experiencia con el proyecto, contribuyendo así al fortalecimiento de su identidad profesional y del vínculo universidad-sociedad.

2.5 Temporalización

La aplicación se distribuye a lo largo del semestre. Las fases clave incluyen:

- Inicio: aplicación de encuestas diagnósticas y presentación del problema.
- Semana previa: publicación de vídeos y cuestionario.
- Desarrollo del ABP en aula.
- Evaluación: presentación de resultados, encuestas y examen final.
- Final del semestre: análisis de resultados, propuestas de mejora y planificación del siguiente ciclo.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Encuestas iniciales sobre motivación y expectativas y causas de abandono

La muestra de la encuesta inicial (Tabla 1) está compuesta por un total de 122 estudiantes distribuidos en cinco titulaciones de ingeniería: Ingeniería Civil, Electrónica y Automática, Eléctrica, Mecánica y Tecnología Naval. La

titulación con mayor representación es Ingeniería Civil con 35 estudiantes (28,7%), seguida por Ingeniería Mecánica con 30 estudiantes (24,6%) y Ingeniería Tecnología Naval con 23 (18,9%). Las titulaciones de Ingeniería Eléctrica y Electrónica y Automática aportan 19 (15,6%) y 15 (12,3%) estudiantes respectivamente. En cuanto al curso académico, la mayoría de los estudiantes están matriculados en primer o segundo curso, siendo el segundo el más frecuente en las titulaciones de Civil y Tecnología Naval. El perfil de edad medio se sitúa entre 19 y 21 años, siendo más elevada en Civil (media: 21,06 años; desviación: 3,67) y más baja en Mecánica (media: 19,20 años; desviación: 0,76), lo que puede deberse a una mayor presencia de repetidores o estudiantes que acceden desde otras vías en la primera. Respecto al género, se confirma el desequilibrio habitual en titulaciones técnicas: el 83,6% del alumnado es masculino (102 estudiantes), frente a un 15,6% femenino (19 estudiantes), con solo una persona que optó por no declarar su identidad de género. Este patrón se mantiene en todos los grados, aunque Ingeniería Mecánica es la titulación con mayor proporción de mujeres (10 de 30, un 33%). Estos datos reflejan una muestra diversa en cuanto a titulaciones y edades, pero también evidencian el marcado sesgo de género en el acceso a las ingenierías, lo que puede tener implicaciones en la percepción de integración

El análisis de la encuesta inicial (Figura 2) pone de manifiesto varios factores críticos vinculados con la desmotivación y el posible abandono académico. La percepción de presión académica es generalizada entre el alumnado. Como se observa en la Figura 2a, más del 65% de los estudiantes califican su experiencia académica como alta o muy alta en términos de carga de trabajo, número de evaluaciones y exigencia de los créditos ECTS. Esta presión, según se refleja en las respuestas abiertas, está relacionada también con el ritmo acelerado de las clases, la acumulación de entregas y la escasa flexibilidad en los itinerarios de evaluación. En cuanto a la evolución del interés por la carrera (Figura 2b), un 33% del alumnado manifiesta haber experimentado una disminución del mismo desde el inicio del grado. Si bien un grupo importante señala que su interés ha aumentado, la presencia de respuestas negativas pone de relieve un desfase entre las expectativas iniciales y la realidad académica vivida en el aula. Esta discrepancia se acentúa en grados donde los primeros cursos presentan una baja conexión con contenidos aplicados o profesionales. El impacto en la salud mental derivado de esta presión académica se considera significativo (Figura 2c). Casi el 50% del alumnado indica que la presión afecta negativamente su bienestar emocional, lo que plantea la necesidad de políticas institucionales de acompañamiento psicológico y de rediseño metodológico que disminuyan estos niveles de sobrecarga percibida. Por otro lado, la valoración del interés hacia las salidas profesionales es, en general, alta (Figura 2d), lo que sugiere que el estudiantado mantiene una motivación extrínseca vinculada a las oportunidades laborales que ofrece su titulación. Este dato contrasta con la percepción negativa sobre la experiencia académica, lo que refuerza la hipótesis de que la desconexión entre contenidos curriculares y su aplicabilidad profesional podría estar minando la motivación intrínseca en el proceso formativo y pertenencia al grupo académico, factores relevantes en el análisis del abandono universitario.

Tabla 1. Caracterización de la muestra para la encuesta inicial (STD: desviación estándar).

Grado	Curso	N	Edad Media	Edad STD	Femenino	Masculino	Prefiero no decirlo
Civil	2	35	21.06	3.67	9	26	0
Electrónica y Automatismos	1	15	20.2	1.52	3	12	0
Eléctrico	1	19	20.42	1.54	4	15	0
Mecánica	1	30	19.2	0.76	10	19	1
Tecnología Naval	2	23	19.91	1.41	2	21	0
Química industrial	1	6	20.5	1.64	3	3	0

En la Figura 3 se presenta el análisis de correlación entre cuatro variables claves relacionadas con el abandono: integración social, presión académica percibida, percepción del apoyo institucional y predisposición al abandono. Los resultados muestran una correlación negativa entre la integración social y la decisión de abandonar (Pearson = -0.28; Spearman = -0.28), así como con la presión mental (Pearson = -0.24), lo que sugiere que los estudiantes que se sienten más integrados en el entorno universitario experimentan menos estrés académico y menor intención de abandonar. La presión académica, por su parte, presenta una correlación positiva con la predisposición al abandono (Pearson = 0.31) y negativa con el apoyo institucional (Pearson = -0.32), indicando que una mayor presión se asocia tanto con una mayor probabilidad de abandono como con una menor percepción de respaldo por parte de la institución. Finalmente, el apoyo institucional muestra una correlación negativa con la intención de abandono (Pearson = -0.35), lo que refuerza la idea de que un entorno institucional percibido como favorable reduce la deserción. Aunque de magnitud moderada, todas estas

correlaciones son estadísticamente significativas y coherentes entre los análisis de Pearson y Spearman, lo que evidencia una relación clara entre los factores psicosociales y la continuidad en los estudios universitarios.

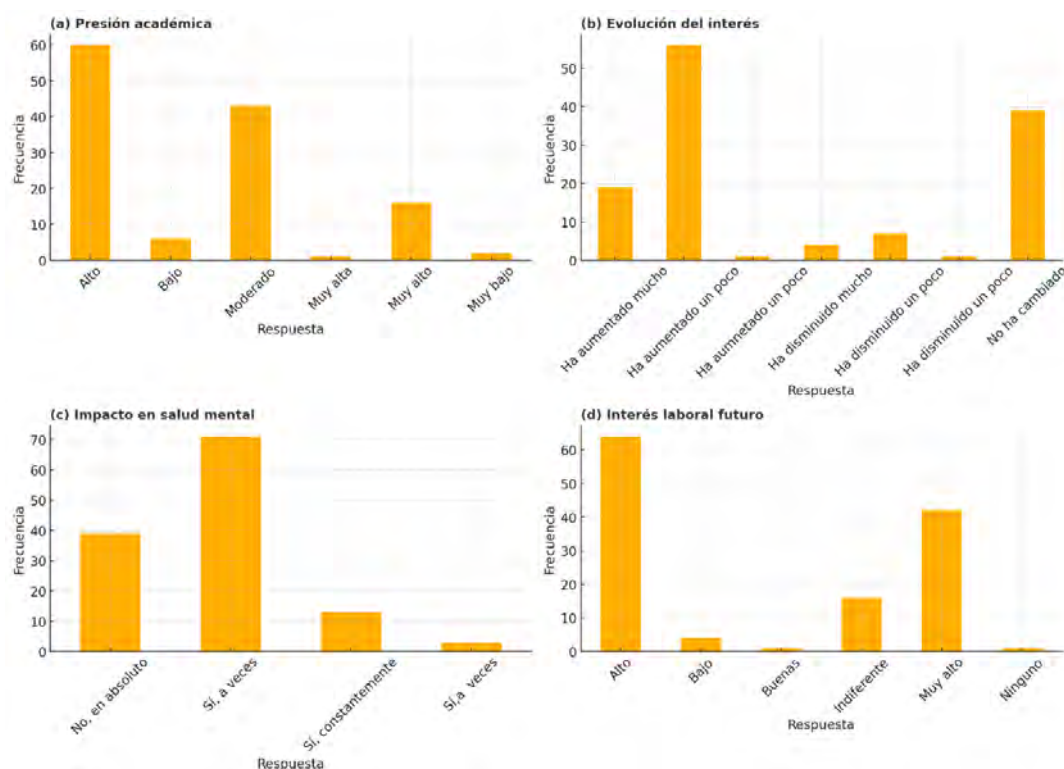


Figura 2. Resultados de la encuesta inicial.

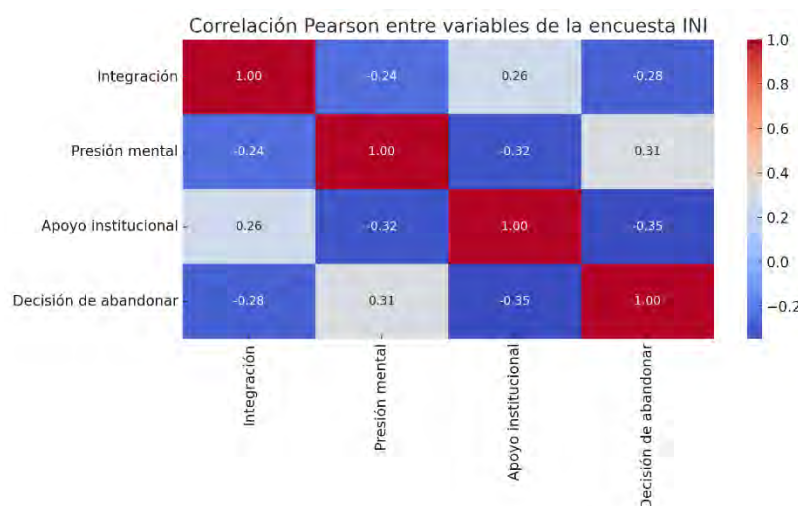


Figura 3. Matriz de correlación de la encuesta inicial.

Estos hallazgos son consistentes con el modelo de integración de Tinto [6], que plantea que tanto la integración social como la académica son determinantes clave en las decisiones de persistencia o abandono de los estudiantes [27], y han sido corroborados por estudios que destacan el papel crucial del apoyo institucional y la presión percibida en la intención de abandonar [28,29].

3.2 Encuestas tras la aplicación de la experiencia didáctica

La muestra correspondiente a la encuesta tras la experiencia didáctica estuvo compuesta por un total de 72 estudiantes pertenecientes a tres grados de ingeniería (Tabla 2). El grado con mayor representación fue Ingeniería Civil (N=35), seguido de Ingeniería en Tecnología Naval (N=26) y Electrónica y Automatismo (N=11). En cuanto al curso, la mayoría del alumnado pertenecía a segundo curso en los grados de Civil y Tecnología Naval, mientras que en Electrónica y Automatismo todos los encuestados cursaban primer año. La edad media global osciló entre 20.09 y 20.40 años, con una desviación estándar moderada (entre 1.65 y 1.77), lo que refleja una muestra homogénea en términos de edad. En relación con la distribución por género, se mantuvo un claro predominio del alumnado masculino en los tres grados analizados. En los grados de Civil y Tecnología Naval, más del 88% del estudiantado se identificó como hombre, mientras que en Electrónica y Automática la proporción fue también elevada, con más del 72% de representación masculina.

Tabla 2. Caracterización de la muestra para la encuesta tras la experiencia didáctica (STD: desviación estándar).

Grado	Curso	N	Edad Media	Edad STD	Femenino	Masculino	Prefiero no decirlo
Civil	2	35	20.09	1.65	9	25	1
Electrónica y Automatismos	1	11	20.27	1.77	3	8	0
Tecnología naval	2	26	20.4	1.75	3	23	0

Tras la implementación del proyecto MicroProblem, el alumnado valoró su experiencia mediante un cuestionario convertido a escala Likert de 1 (mínima intensidad/acuerdo) a 5 (máxima), mostrando percepciones mayoritariamente positivas (Figura 4). El uso del ABP fue bien recibido: se valoró con una mediana de 4 (media = 3.74, SD = 0.98) su impacto en la comprensión del tema, y también con mediana de 4 (media = 3.89, SD = 0.80) su contribución al aprendizaje autodirigido, lo que refleja una percepción favorable hacia el enfoque activo. La carga de trabajo se consideró moderada (media = 3.44, SD = 0.73), sin que se percibiera como excesiva. Las valoraciones más altas se asociaron a la actuación docente: tanto la preparación del profesorado (media = 4.22) como la utilidad de su ayuda (media = 4.23, SD = 0.66) fueron evaluadas muy positivamente. La repetición de contenidos entre ABP y clases tradicionales obtuvo la media más baja (3.06, SD = 0.71), aunque sin ser motivo de conflicto. Finalmente, la escasa participación previa en ABP (mediana = 1; media = 2.92, SD = 2.01) refuerza el carácter novedoso de esta experiencia y la buena acogida que recibió entre el alumnado. En conjunto, las percepciones de autonomía y de acompañamiento docente parecen actuar como factores complementarios que favorecen la motivación académica: sentirse capaz de aprender por cuenta propia, en un entorno donde el profesorado está disponible y comprometido, alinea con los principios de la motivación autodeterminada [30], y se ha asociado a mejores resultados en metodologías activas [19].

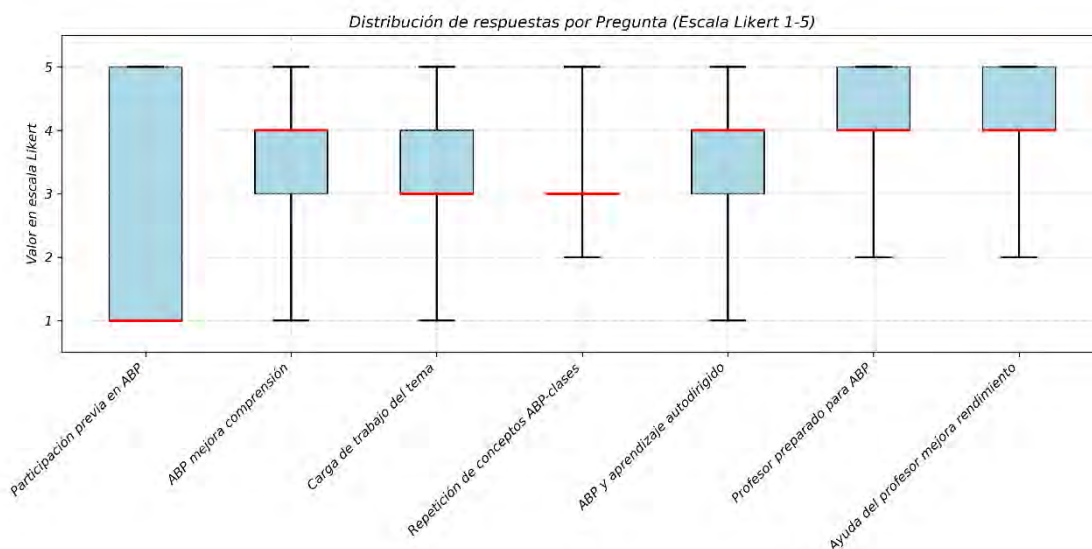


Figura 4. Diagrama de bigotes de algunas preguntas de la encuesta tras la experiencia didáctica.

Con el fin de analizar las relaciones internas entre las dimensiones valoradas por el estudiantado tras la experiencia Microproblem, se realizó un análisis de correlación de Spearman entre las principales variables evaluadas en la encuesta final (Figura 5). La matriz de correlación revela asociaciones significativas, entre las que destaca la fuerte correlación positiva entre la comprensión del tema y la utilidad de la ayuda del profesor ($\rho = 0.65$), así como con la preparación docente ($\rho = 0.61$), lo que indica el papel clave del acompañamiento y la adaptación metodológica en la percepción de aprendizaje. La autonomía en el aprendizaje también se correlacionó positivamente con la comprensión ($\rho = 0.58$) y con la utilidad de la ayuda del profesorado ($\rho = 0.49$), sugiriendo que el apoyo docente potencia el carácter autodirigido del ABP. En contraste, la repetición de contenidos mostró correlaciones negativas con la comprensión ($\rho = -0.15$) y la autonomía ($\rho = -0.18$), lo que sugiere que la percepción de redundancia puede limitar el progreso formativo. Además, la preparación del profesorado presentó correlaciones positivas con todas las variables, especialmente con la utilidad de su ayuda ($\rho = 0.70$), reforzando el valor de una implicación docente activa en el éxito de metodologías como el ABP. Estos resultados subrayan la importancia de una adecuada alineación pedagógica, recursos bien diseñados y un profesorado comprometido para maximizar el impacto del aprendizaje activo en entornos universitarios.

3.3 Resultados académicos y participación en las actividades

La tabla 3 resume las calificaciones medias obtenidas por el alumnado en las actividades desarrolladas con la metodología Microproblem frente a aquellas evaluadas mediante métodos tradicionales, en distintas titulaciones y universidades. Se incluyen las desviaciones estándar y los valores p resultantes de la prueba t de Student para muestras independientes. Los resultados reflejan una elevada heterogeneidad en el impacto de la metodología Microproblem sobre el rendimiento académico, con variaciones tanto en la dirección como en la magnitud del efecto entre titulaciones y universidades. En UCAM en Ingeniería Civil, la aplicación de esta metodología se asoció a una mejora significativa en las calificaciones medias, con una diferencia de +2.04 puntos ($p = 0.0098$), lo que sugiere un efecto estadísticamente relevante posiblemente atribuible a una implementación más consolidada, mejor alineación con las competencias del curso o una implicación docente más activa. Por el contrario, en los tres cursos de la ULPGC (Ingeniería Civil, Tecnología Naval y Automatismos), las diferencias de medias no fueron significativas ($p > 0.25$), e incluso se observaron ligeras reducciones en las calificaciones en dos de ellos, lo que podría deberse a una fase inicial de adopción metodológica, dificultades de adaptación o una escasa integración con los sistemas de evaluación vigentes. Además, se identificaron desviaciones estándar superiores en varios grupos con metodología tradicional, lo que sugiere una mayor dispersión en el rendimiento cuando no se emplean enfoques activos, mientras que en UCAM, el grupo que siguió Microproblem mostró una menor dispersión, lo que indicaría un aprendizaje más uniforme. Estos hallazgos coinciden con estudios anteriores que señalan tanto los beneficios como la variabilidad del impacto de las metodologías activas en función del contexto institucional y pedagógico [17,19]. En consecuencia, aunque se observa un potencial positivo de Microproblem, su eficacia dependerá de una implementación más estable, con formación específica del profesorado, rediseño de sistemas de evaluación y una integración más profunda en los planes de estudio.

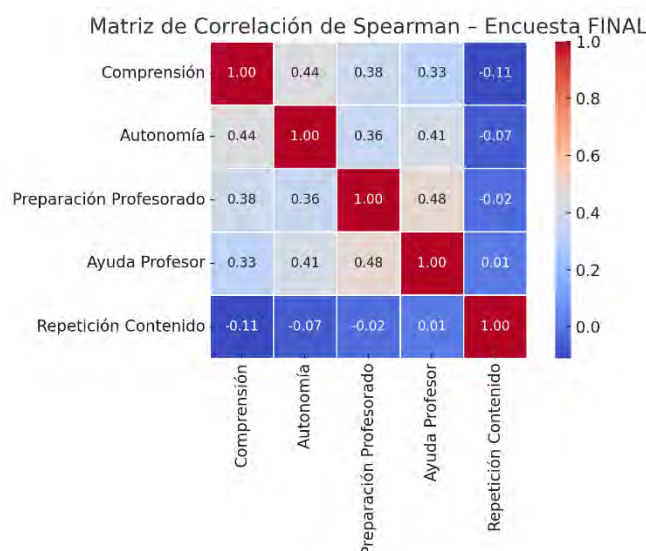


Figura 5. Matriz de correlación de la encuesta tras la experiencia del Microproblem.

Tabla 3. Estadísticos básicos de la comparativa de calificaciones bajo Microproblem (MP) o con clases tradicionales (No MP) (STD: desviación estándar).

Universidad	Grado	Media MP	STD MP	Media No MP	STD MP	Dif. medias	p-valor
UCAM	Ingeniería Civil	9.27	1.11	7.23	1.83	2.04	0.0098
ULPGC	Ingeniería Civil	6.65	2.31	7.15	2.21	-0.5	0.2515
ULPGC	Tecnología Naval	6.07	2.01	6.84	2.03	-0.77	0.2563
ULPGC	Automatismos	7.12	2.04	6.66	1.75	0.46	0.6523

La prueba ANOVA realizada para comparar las calificaciones medias entre actividades con y sin la metodología Microproblem arrojó un valor $F = 1.03$ y un $p\text{-valor}=0.33$, lo que indica que no existen diferencias estadísticamente significativas a nivel global entre ambos grupos. Además, en algunos cursos se observaron mejoras puntuales con la implementación del enfoque, como en el caso de Ingeniería Civil (UCAM), donde el contraste entre grupos arrojó un valor de Cohen's $d = 11.21$, lo que indica un efecto muy grande. Esta variabilidad de resultados puede explicarse por la heterogeneidad entre titulaciones, el distinto grado de madurez en la aplicación de la metodología y la experiencia docente, que podrían haber diluido el efecto en el análisis conjunto. Estos hallazgos son coherentes con estudios previos que destacan cómo el impacto de metodologías activas como el ABP varía en función del contexto educativo, la preparación del profesorado y la familiaridad del alumnado con estas estrategias [19,31].

La Figura 6 muestra una comparativa visual clara entre las calificaciones obtenidas por el alumnado en actividades desarrolladas con la metodología Microproblem frente a las tradicionales (No Microproblem), desagregadas por universidad y grado. En el caso de Ingeniería Civil (UCAM), se aprecia un rendimiento marcadamente superior en el grupo Microproblem: las calificaciones están concentradas en el rango alto (entre 9 y 9.5), con escasa dispersión y sin presencia de valores atípicos, lo que sugiere tanto eficacia como homogeneidad del aprendizaje. En cambio, el grupo tradicional presenta mayor variabilidad, con calificaciones distribuidas desde el 5.2 al 9.3 y un rango intercuartílico (RIQ) más amplio. Este patrón refuerza la evidencia previa del efecto positivo de Microproblem en UCAM, donde también se obtuvo una diferencia de medias estadísticamente significativa ($p < 0.01$). Sin embargo, en los grados de ULPGC, los resultados son más heterogéneos. En Ingeniería Civil, el grupo tradicional presenta una leve ventaja en mediana y RIQ ($\approx 6.3\text{--}7.8$), aunque ambos grupos se solapan considerablemente. En Ingeniería Tecnología Naval, la diferencia es más marcada: las calificaciones del grupo tradicional están más centradas y elevadas ($\text{RIQ} \approx 6.4\text{--}7.8$), mientras que las del grupo Microproblem muestran menor rendimiento y mayor dispersión (incluyendo valores bajos cercanos a 5). Esto podría reflejar dificultades en la implementación de la metodología o una menor adaptación del grupo a este enfoque. En el caso de Automatismos, las diferencias son mínimas, con distribuciones estrechas y similares en ambos grupos ($\text{RIQ} \approx 6.5\text{--}7.0$), lo que indica un impacto neutro de la intervención. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que señalan que el éxito de metodologías activas depende de factores como la formación docente, la planificación didáctica y el alineamiento con los objetivos de aprendizaje [19]. Además, la menor dispersión en algunos grupos Microproblem sugiere que el enfoque puede contribuir a una mayor equidad en el aprendizaje, al reducir las diferencias extremas entre estudiantes.

Pese a la heterogeneidad de los resultados en cuanto a calificaciones, la valoración cualitativa de la experiencia por parte del alumnado fue mayoritariamente positiva, como reflejan tanto las encuestas finales como la evolución respecto a la encuesta inicial, sintetizada en la figura 7. En ella se observa una mejora apreciable en aspectos como la comprensión del tema, la autonomía en el aprendizaje, la percepción del acompañamiento docente y la integración en la vida académica. Estos resultados sugieren que la metodología Microproblem tiene un impacto significativo en dimensiones motivacionales y psicoeducativas que no siempre se traducen de forma inmediata en un aumento de calificaciones, pero que son claves para la retención y el compromiso del alumnado. Es razonable pensar que, con una implementación más consolidada y una mayor familiarización por parte del profesorado y del estudiantado, los beneficios puedan trasladarse también a los indicadores de rendimiento. Este patrón progresivo ha sido descrito en estudios previos, donde la efectividad de metodologías activas como el ABP aumenta en etapas avanzadas de adopción, al integrarse de forma más sólida en la estructura curricular y organizativa de los títulos [32].

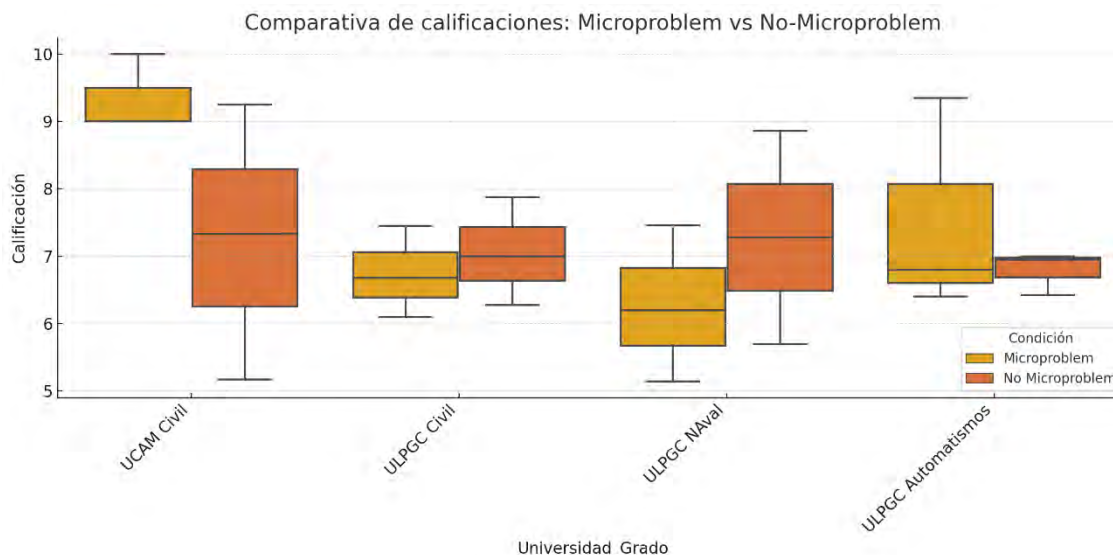


Figura 6. Diagrama de bigotes de calificaciones con y sin Microproblem.

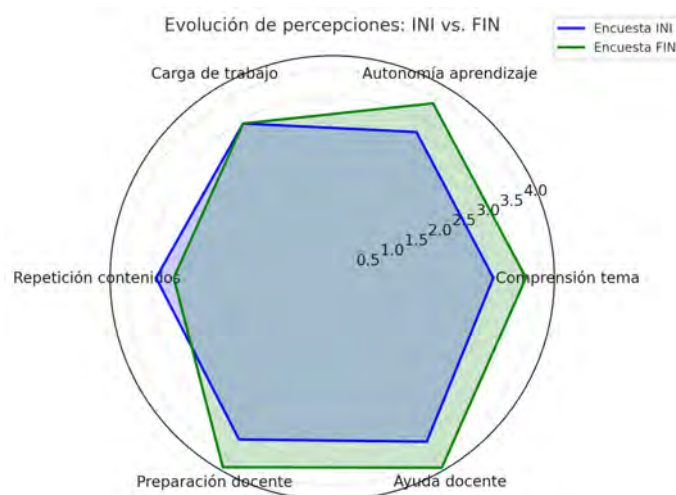


Figura 7. Diagrama radial de evolución de percepciones entre las encuestas inicial (INI) y final (FIN).

4. CONCLUSIONES

La implementación de la metodología Microproblem ha mostrado un impacto relevante en la percepción del estudiantado respecto al aprendizaje, la motivación y la integración académica en titulaciones de ingeniería. A través de la combinación de *micro-learning* y ABP, se ha logrado fomentar un aprendizaje más activo, autónomo y contextualizado, lo que ha sido valorado positivamente por el alumnado en las encuestas de satisfacción. Aunque los resultados cuantitativos en las calificaciones no reflejan una mejora uniforme en todos los grados y centros, sí se observa una tendencia a mejores resultados en algunos contextos concretos. Esta variabilidad sugiere que el impacto de la metodología puede depender de múltiples factores específicos del entorno, como el diseño de la actividad, la implicación del profesorado o las características del estudiantado.

No obstante, el estudio presenta ciertas limitaciones que deben considerarse: el tamaño muestral fue relativamente reducido en algunos grupos; los contextos institucionales, asignaturas y niveles formativos fueron heterogéneos; y, aunque se aplicaron análisis estadísticos robustos, no siempre fue posible controlar todas las variables intervinientes.

(como la experiencia previa del profesorado con ABP o la familiaridad del alumnado con metodologías activas). Estas limitaciones podrían haber influido en la magnitud o consistencia de los efectos observados.

Los análisis de correlación y los datos cualitativos sugieren que el acompañamiento docente y la alineación metodológica son factores clave para el éxito de la propuesta. Asimismo, la experiencia refuerza la importancia de considerar los factores psicosociales como la presión académica, la integración social y el apoyo institucional en la lucha contra el abandono universitario. De cara a futuras ediciones, se recomienda continuar con la implementación de la metodología, mejorar su integración curricular, y reforzar la formación del profesorado para garantizar una aplicación efectiva y sostenible. Microproblem se perfila, por tanto, como una herramienta prometedora para transformar la docencia universitaria y reducir las tasas de deserción, especialmente en los primeros cursos de ingeniería.

REFERENCIAS

1. OECD. Education at a Glance 2019. OECD 2019. https://www.oecd.org/en/publications/education-at-a-glance-2019_f8d7880d-en.html (accessed June 5, 2025).
2. Yorke M, Longden B. Retention And Student Success In Higher Education. McGraw-Hill Education (UK); 2004.
3. Thomas L. Student retention in higher education: the role of institutional habitus. *Journal of Education Policy* 2002;17:423–42. <https://doi.org/10.1080/02680930210140257>.
4. Jones R. Student retention and success: a synthesis of research | Advance HE 2008. <https://www.advance-he.ac.uk/knowledge-hub/student-retention-and-success-synthesis-research> (accessed June 5, 2025).
5. King-Dominguez AA, Amestica-Rivas L, Gonzalez VR, et al. Student dropout, the economic cost for Chilean universities. *Universidad Ciencia y Tecnología* 2023;27:17–28. <https://doi.org/10.47460/uct.v27i118.683>.
6. Tinto V. Research and Practice of Student Retention: What Next? *Journal of College Student Retention: Research, Theory & Practice* 2006;8:1–19. <https://doi.org/10.2190/4YNU-4TMB-22DJ-AN4W>.
7. Ramsden P. Learning to Teach in Higher Education. 2nd ed. London: Routledge; 2003. <https://doi.org/10.4324/9780203507711>.
8. Seymour E. Talking About Leaving: Why Undergraduates Leave The Sciences. Boulder, Colo.: 1997.
9. Chen X. STEM Attrition: College Students' Paths into and out of STEM Fields. Statistical Analysis Report. NCES 2014-001. National Center for Education Statistics; 2013.
10. European Comission. COMMUNICATION FROM THE COMMISSION TO THE EUROPEAN PARLIAMENT, THE COUNCIL, THE EUROPEAN ECONOMIC AND SOCIAL COMMITTEE AND THE COMMITTEE OF THE REGIONS on achieving the European Education Area by 2025. 2020.
11. INE. INE. Instituto Nacional de Estadística. INE 2022. <https://www.ine.es/> (accessed June 5, 2025).
12. Lacave C, Molina ,Ana I., and Cruz-Lemus JA. Learning Analytics to identify dropout factors of Computer Science studies through Bayesian networks. *Behaviour & Information Technology* 2018;37:993–1007. <https://doi.org/10.1080/0144929X.2018.1485053>.
13. Tayebi A, Gómez J, Delgado C. Analysis on the Lack of Motivation and Dropout in Engineering Students in Spain. *IEEE Access* 2021;9:66253–65. <https://doi.org/10.1109/ACCESS.2021.3076751>.
14. Salas-Morera L, Cejas Molina A, Olivares Olmedilla JL, et al. Factors affecting engineering students dropout: a case study. *The International Journal of Engineering Education* 2019;35:156–67.
15. Berral-Ortiz B, Ramos-Navas-Parejo M, Lara-Lara F, et al. School dropouts in Spain: A systematic review. *Front Educ* 2022;7. <https://doi.org/10.3389/feduc.2022.1083774>.
16. Biggs. Teaching For Quality Learning At University. Maidenhead: 2011.
17. Prince M. Does Active Learning Work? A Review of the Research. *Journal of Engineering Education* 2004;93:223–31. <https://doi.org/10.1002/j.2168-9830.2004.tb00809.x>.
18. Roberts D. Higher education lectures: From passive to active learning via imagery? *Active Learning in Higher Education* 2019;20:63–77. <https://doi.org/10.1177/1469787417731198>.
19. Freeman S, Eddy SL, McDonough M, et al. Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences* 2014;111:8410–5. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>.
20. Kolmos A. Characteristics of Problem-Based Learning. *International Journal of Mechanical Engineering Education* 2003;19:657–62.
21. Mills JE, Treagust DF. Engineering education : is problem-based or project-based learning the answer? *Australasian Journal of Engineering Education* 2020. <https://doi.org/10.3316/aeipt.132462>.

22. Garcia KMG, Espinosa MA, Argumedo EA. El aprendizaje basado en retos como estrategia para el desarrollo de habilidades enfocadas al emprendimiento. Atenas 2023.
23. Hmelo-Silver CE. Problem-Based Learning: What and How Do Students Learn? *Educational Psychology Review* 2004;16:235–66. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000034022.16470.f3>.
24. Betihavas V, Bridgman H, Kornhaber R, et al. The evidence for ‘flipping out’: A systematic review of the flipped classroom in nursing education. *Nurse Education Today* 2016;38:15–21. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2015.12.010>.
25. Wu Y-Y, Liu S, Man Q, et al. Application and Evaluation of the Flipped Classroom Based on Micro-Video Class in Pharmacology Teaching. *Front Public Health* 2022;10. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2022.838900>.
26. O’Flaherty J, Phillips C. The use of flipped classrooms in higher education: A scoping review. *The Internet and Higher Education* 2015;25:85–95. <https://doi.org/10.1016/j.iheduc.2015.02.002>.
27. Piepenburg JG, Beckmann J. The relevance of social and academic integration for students’ dropout decisions. Evidence from a factorial survey in Germany. *European Journal of Higher Education* 2022;12:255–76. <https://doi.org/10.1080/21568235.2021.1930089>.
28. Hadjar A, Haas C, Gewinner I. Refining the Spady–Tinto approach: the roles of individual characteristics and institutional support in students’ higher education dropout intentions in Luxembourg. *European Journal of Higher Education* 2023;13:409–28. <https://doi.org/10.1080/21568235.2022.2056494>.
29. Klein D. Das Zusammenspiel zwischen akademischer und sozialer Integration bei der Erklärung von Studienabbruchintentionen. Eine empirische Anwendung von Tintos Integrationsmodell im deutschen Kontext. *Z Erziehungswiss* 2019;22:301–23. <https://doi.org/10.1007/s11618-018-0852-9>.
30. Deci EL, Ryan RM. The “What” and “Why” of Goal Pursuits: Human Needs and the Self-Determination of Behavior. *Psychological Inquiry* 2000;11:227–68. https://doi.org/10.1207/S15327965PLI1104_01.
31. Tiwari A, Lai P, So M, et al. A comparison of the effects of problem-based learning and lecturing on the development of students’ critical thinking. *Medical Education* 2006;40:547–54. <https://doi.org/10.1111/j.1365-2929.2006.02481.x>.
32. Mahendru P, Mahindru DV. Problem-based Learning: Influence on Students’ Learning in an Electronics & Communication Engineering Course 2011.

Intervención para la integración del Pensamiento Computacional en la formación inicial docente en Didáctica de las Ciencias Experimentales para Educación Primaria

Santiago Sánchez-Sosa^a[0000-0002-7211-8003], Rubén Lijó^{*b}[0000-0002-1545-5337], Cristina Fernández-Rodríguez^a[0000-0001-6255-893X] y Eduardo Quevedo^b[0000-0002-5415-3446]

^aDepartamento de Didácticas Específicas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Juan de Quesada, 30, 35001, Las Palmas de Gran Canaria; ^bDepartamento de Matemáticas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Juan de Quesada, 30, 35001, Las Palmas de Gran Canaria

ABSTRACT

El pensamiento computacional se ha consolidado como una competencia clave en el currículo educativo español de acuerdo con la LOMLOE, que lo incorpora de manera transversal desde Infantil hasta Bachillerato. En este contexto, la presente investigación tiene como objetivo introducir los fundamentos del pensamiento computacional en la formación inicial docente y evaluar su impacto en el ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales. Se diseñó una intervención con 42 estudiantes del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, estructurada en tres sesiones: una introducción teórico-práctica sobre pensamiento computacional y Scratch, una actividad grupal de desarrollo de una clave dicotómica de vertebrados mediante programación en Scratch, y una sesión de exposición y evaluación. La metodología adoptó un diseño preexperimental pretest-postest con instrumentos de autoeficacia en habilidades de pensamiento computacional (descomposición, patrones, abstracción, algoritmos y evaluación) y cuestionarios sobre comprensión y familiaridad con el pensamiento computacional y el nuevo currículo. Los resultados muestran diferencias iniciales en la autoeficacia percibida, con mayor confianza en habilidades procedimentales y menor en abstracción. Tras la intervención, se registraron mejoras significativas en la comprensión del término pensamiento computacional (de 3,24 a 4,38, $p < 0,001$), la autoeficacia percibida para aplicarlo en el aula (de 2,86 a 3,76, $p < 0,001$) y la comprensión de su papel en el currículo (de 3,07 a 4,10, $p < 0,001$). En conclusión, la experiencia permitió al alumnado adquirir conocimientos, aumentar su confianza en la aplicación práctica del pensamiento computacional y reconocer su relevancia curricular, evidenciando el potencial de este tipo de intervenciones para la didáctica de las ciencias experimentales.

Keywords: pensamiento computacional, clave dicotómica, didáctica de las ciencias experimentales, educación STEM

1. INTRODUCCIÓN

El pensamiento computacional (PC) constituye una competencia esencial y universal, que debe incorporarse a la capacidad analítica de cada estudiante en su aprendizaje [1]. El PC se ha consolidado como una habilidad clave para el siglo XXI, la cual consiste en un conjunto de habilidades cognitivas orientadas a la resolución sistemática de problemas. Estas habilidades son, entre otras, la descomposición, el reconocimiento de patrones, la abstracción o el diseño e implementación de algoritmos [2] [3]. Estas habilidades permiten enfrentar problemas complejos dividiéndolos en partes manejables (descomposición), identificar recurrencias para sistematizar soluciones (reconocimiento de patrones), avanzar en el grado de abstracción de la concepción del problema para generalizar soluciones (abstracción) y, finalmente, crear secuencias de pasos lógicos para resolverlos de forma eficiente (diseño e implementación de algoritmos). Asimismo, la literatura comúnmente sitúa la evaluación como una habilidad transversal que fomenta una retroalimentación continua mediante la cual analizar, depurar y optimizar las soluciones obtenidas a partir de las habilidades previamente mencionadas [3]. Diversos currículos internacionales han definido estos pilares del PC (por ejemplo, el currículo británico de Ciencias de la Computación destaca conceptos como algoritmos, descomposición, patrones, abstracción y evaluación sistemática [4] [5]), subrayando la importancia de enseñar al alumnado a “organizar datos, descomponer en partes, reconocer patrones, generalizar e interpretar, y crear algoritmos” para modelizar y automatizar situaciones de la vida cotidiana [6].

En España, la actual legislación educativa LOMLOE ha integrado explícitamente el PC en el currículo básico de todas las etapas, desde Infantil hasta Bachillerato [6] [7] [8]. Por primera vez, el PC adquiere un gran protagonismo transversal, poniéndose al nivel de referentes europeos en la materia [8] [9]. En la etapa de Educación Primaria, el

currículo LOMLOE incluye saberes básicos y competencias específicas de PC tanto en el área de Matemáticas como en el área de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural [7]. Por ejemplo, en el currículo de primaria se establece la competencia de “resolver problemas a través de proyectos de diseño y de la aplicación del pensamiento computacional, para generar cooperativamente un producto creativo e innovador que responda a necesidades concretas” [8]. Asimismo, el alumnado debe aprender a utilizar el pensamiento computacional organizando datos, descomponiendo problemas, reconociendo patrones, generalizando y creando algoritmos, vinculando estos procesos con situaciones de la vida real [6]. Esto refleja un alineamiento directo con LOMLOE tanto a nivel nacional como en la adaptación autonómica de Canarias, donde el currículo regional incorpora de igual forma el PC dentro de las competencias de matemáticas y ciencias, en concordancia con los objetivos de la ley. De hecho, se considera que el PC “ha cobrado fuerza a partir de su integración en la nueva ley educativa LOMLOE”, incluso desde etapas tempranas, apareciendo vinculado al área de Descubrimiento y Exploración del Entorno en Educación Infantil y al desarrollo de competencias STEM y digital en Educación Primaria [8] [10]. Recientes estudios destacan los beneficios de integrar el PC con metodologías activas en el aula: mejora el razonamiento lógico, matemático y abstracto del alumnado [11], potencia la resolución creativa de problemas y la capacidad de análisis [12], y aumenta la motivación al involucrar herramientas tecnológicas motivadoras como la robótica educativa [12]. En el área de ciencias experimentales, el PC puede servir como puente entre el pensamiento científico y el pensamiento algorítmico, favoreciendo que el alumnado identifique, organice y analice fenómenos de forma lógica [13]. Algunos trabajos de innovación educativa en Canarias ya exploran estas sinergias. Por ejemplo, Romero y colaboradores integraron el PC en contenidos de Matemáticas de 6º de Primaria mediante robótica, constatando ventajas cognitivas y sociales para el alumnado [11]. Del mismo modo, tanto Lijó y colaboradores como Hernández-Moreno y colaboradores, llevaron a cabo intervenciones de PC en Educación Infantil con actividades desenchufadas (sin pantallas) y robótica tangible, obteniendo altos niveles de resolución de tareas y satisfacción del alumnado [14] [15]. Además, Álamo y colaboradores estudiaron el impacto del empleo de robótica educativa y el PC para la elaboración de un plan de contingencia durante escenarios de aprendizaje remoto de emergencia [16]. Estos antecedentes sugieren que la inclusión del PC en proyectos de ciencias puede enriquecer tanto las competencias digitales como las científicas de los estudiantes, respondiendo a las exigencias del nuevo currículo.

En el ámbito de la enseñanza de la didáctica de las ciencias experimentales, el PC actúa como puente entre las metas de la disciplina y los procedimientos computacionales: el marco del pensamiento computacional en ciencias (CT-S) explicita cómo media la modelización, el análisis y la interpretación de datos en el aula [17]. Complementariamente, el mapeo de prácticas para ciencias de Weintrop y colaboradores concretan la gestión de datos, la modelización, la resolución algorítmica y el razonamiento de sistemas como vías operativas del PC en la educación científica [18]. La evidencia empírica en ciencias de la vida muestra, además, que integrar computación mejora la comprensión de procesos y el razonamiento causal multiescala [19]. En conjunto, programar una clave dicotómica en Scratch permite identificar las prácticas CT-S en el contexto de la formación inicial docente en Educación Primaria, al hacer explícitas reglas, patrones y decisiones algorítmicas sobre rasgos de vertebrados.

En este contexto, presentamos una intervención de aula centrada en la aplicación del pensamiento computacional en el contexto de la didáctica de las ciencias experimentales. El objetivo general del estudio consistió en introducir los fundamentos del PC y sus habilidades en el Grado en Educación Primaria, y diseñar una experiencia práctica donde aplicaran dichos principios para abordar un contenido del currículo vigente de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, como es la clasificación de animales vertebrados. En concreto, se planteó el desarrollo de una clave dicotómica interactiva utilizando Scratch, destinada a que alumnado de segundo ciclo de Educación Primaria pudiera clasificar distintos grupos de vertebrados. Como objetivos específicos, se plantea:

- Objetivo Específico 1 (OE1): Diagnosticar, al inicio de la intervención, la experiencia previa del alumnado con Scratch y PC.
- Objetivo Específico 2 (OE2): Diagnosticar la percepción inicial de autoeficacia del alumnado con respecto a las principales habilidades de PC que se trabajan posteriormente en la intervención.
- Objetivo Específico 3 (OE3): Evaluar el impacto de la experiencia en el grado de familiarización del alumnado con el PC y su papel en el nuevo currículo de la LOMLOE, así como su nivel percibido de aplicabilidad del PC en el contexto del ámbito de la didáctica de las ciencias experimentales.

En este artículo se describe la intervención realizada –alineada con el currículo LOMLOE nacional y autonómico–, y analiza su impacto en las percepciones y competencias autorreportadas de los participantes con respecto al pensamiento computacional. Se trata de un enfoque basado en experiencias similares descritas en la literatura en el contexto de la

didáctica de la matemática [13] [16] [20], que esta comunicación pretende trasladar a la didáctica de las ciencias experimentales. Tras un primer apartado introductorio, la sección 2 incluye la metodología utilizada para la definición de la experiencia y el análisis de los resultados obtenidos; la sección 3 presenta los resultados obtenidos; mientras que la sección 4 presenta un breve análisis de resultados y resalta las principales conclusiones que se extraen a partir del trabajo llevado a cabo.

2. METODOLOGÍA

La experiencia educativa se llevó a cabo en el marco de la asignatura Didáctica de las Ciencias Naturales y de la Educación para la Salud del Grado en Educación Primaria de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), con una muestra de 42 estudiantes que representan a la población de 50 matriculados en la asignatura. Considerando la ecuación de Cochran con corrección para una población finita, la muestra obtenida representa a dicha población con un margen de error del 6% y un nivel de confianza del 95% [21]. Con respecto a las características de la muestra considerada, cabe destacar que de los 42 participantes 76,2% son mujeres y el 23,8% restante son hombres. No hay ningún individuo declarado como género no binario. Un 95,3% de los participantes se encuentra entre las edades de 20 y 23 años.

2.1 Diseño de la intervención

El desarrollo de la intervención abarcó tres sesiones: una primera sesión introductoria, una segunda sesión práctica de trabajo por grupos, y una tercera sesión breve en la que se comprobó la implementación de algoritmos y se presentó cada trabajo al gran grupo de aula. Se detalla, a continuación, la secuencia didáctica implementada:

- Sesión 1 – Introducción al Pensamiento Computacional: Se impartió una clase teórico-práctica de 2 horas de duración sobre qué es el pensamiento computacional, motivando al alumnado con ejemplos de su aplicación en contextos cotidianos y educativos. Se explicó el concepto de PC, una breve reseña histórica, su implementación en el currículo europeo, nacional y autonómico, y su relación con las ciencias experimentales. Asimismo, se detallaron y explicaron las principales habilidades del PC: descomposición de problemas complejos en partes simples, reconocimiento de patrones en la formulación o resolución de problemas, abstracción de información irrelevante para centrarse en lo esencialmente característico del problema, y diseño e implementación de algoritmos como solución paso a paso ejecutable por un agente de procesamiento de la información. También se mencionaron otros componentes transversales, como la importancia de la evaluación sistemática de las soluciones y la generación de nuevos problemas a partir de la evaluación de problemas existentes [3], aunque el énfasis se puso en las cuatro habilidades principales detalladas previamente. Esta sesión incluyó pequeñas actividades desenchufadas (sin ordenador) para ilustrar cada fase –por ejemplo, descomponer una tarea cotidiana en pasos, o identificar patrones en secuencias de números– con el fin de asegurarse de que todo el alumnado comprendiera estos conceptos. Al final de la explicación teórica también se hizo una sesión introductoria de qué es Scratch y cómo programar pequeños algoritmos con dicho software.
- Sesión 2 – Proyecto “Clave Dicotómica con Scratch”: En la siguiente sesión de 2 horas, el alumnado trabajó en equipos para aplicar el PC a un contenido de la asignatura. Se propuso el desarrollo de una clave dicotómica interactiva empleando el entorno de programación por bloques Scratch, que se había introducido previamente. La clave dicotómica como recurso didáctico es un contenido curricular de la asignatura y una herramienta clásica de identificación y clasificación de organismos o elementos mediante una serie de preguntas o pasos con dos opciones posibles; en nuestra cohorte, la comprensión de la lógica binaria y su puesta en práctica suele resultar exigente (especialmente al decidir qué rasgos observar, en qué orden y cómo formular bifurcaciones sin ambigüedad). Por ello, programar la clave dicotómica en Scratch nos permitió descomponer el problema, reconocer patrones en los rasgos morfológicos, abstraer lo esencial y diseñar un algoritmo de decisión explícito (las bifurcaciones), alineando la actividad tanto con CT-S como con las prácticas computacionales para ciencias y facilitando una ejecución más guiada y transparente [17] [18] [19]. Asimismo, se solicitó al alumnado evaluar su código desarrollado, reflexionando sobre la utilidad del código obtenido, las diferencias con el código posteriormente expuesto por el profesorado, y el impacto de la actividad en el desarrollo de habilidades específicas de PC.
- Sesión 3 – “Ejecución y exposición del algoritmo desarrollado”: En la siguiente sesión, cada equipo probó su proyecto Scratch completo y lo expuso brevemente al resto de la clase, permitiendo compartir soluciones y dificultades encontradas.

El caso práctico planteado para el estudio de la clave dicotómica se orientó a distinguir los principales grupos de animales vertebrados (mamíferos, aves, reptiles, anfibios y peces) mediante preguntas binarias sucesivas. Los estudiantes, organizados en grupos de 4-6 personas, tuvieron que diseñar un algoritmo de clasificación (serie de preguntas sí/no sobre características de los animales), implementarlo en Scratch creando un programa que guiara al usuario por las preguntas hasta identificar el grupo de vertebrado, e incorporar elementos visuales y sonoros para hacerlo atractivo para niños y niñas de Educación Primaria. Durante este proceso, se solicitó explícitamente que pusieran en práctica las habilidades del PC que habían sido presentadas:

1. Descompusieron el problema en problemas más sencillos que contribuyeran a la resolución global: ¿cómo estructurar la clasificación? ¿qué preguntas se deben formular primero?
2. Identificaron patrones comunes entre distintas especies para agruparlas en los principales grupos planteados.
3. Abstrajeron propiedades generales de cada grupo: por ejemplo, presencia de pelo, tipo de reproducción, hábitat, etc.
4. Diseñaron el algoritmo de la clave (la secuencia de bifurcaciones dicotómicas) para programarlo.
5. Evaluaron de manera cualitativa el algoritmo desarrollado y sus particularidades frente al algoritmo presentado por el profesorado.

El profesorado supervisó y asesoró el trabajo colaborativo, fomentando además procesos activos de metacognición mediante breves pausas de reflexión en las que cada grupo discutía qué estaba aprendiendo y cómo aplicaba las habilidades del PC en la tarea.

2.2 Diseño de investigación e instrumentos empleados

Al tratarse de una primera experiencia de innovación en la formación inicial docente, su objetivo se centró en evaluar la predisposición del futuro profesorado de Educación Primaria frente al pensamiento computacional en el contexto de las ciencias experimentales, así como su autoeficacia previa y posterior a la intervención. El diseño de la investigación siguió un enfoque preexperimental de tipo pretest/posttest con un único grupo de estudio.

Inicialmente, se recopiló información contextual de la muestra principalmente referida a edad y género, así como a sus últimas experiencias académicas relacionadas con las ciencias de la naturaleza (último año en que cursaron Biología y calificación en esta disciplina en la prueba de acceso a la universidad). Asimismo, se incorporaron tres preguntas adicionales para evaluar la experiencia previa del alumnado con Scratch, Robótica Educativa y PC (OE1). Estos parámetros fueron medidos en escala de 1-5 atendiendo a los criterios “No he escuchado hablar de este concepto”, “No lo he usado nunca”, “Lo he usado puntualmente en una asignatura”, “Lo he usado en más de una asignatura”, o “Lo he usado recurrentemente a lo largo de toda la educación secundaria”.

Por otra parte, para la evaluación inicial de la percepción de autoeficacia sobre las habilidades relacionadas con el PC (OE2), se empleó un instrumento desarrollado como adaptación de la *Computational Thinking Scale for Computer Literacy Education* [22]. El instrumento adaptado (ver Tabla 1) evalúa el grado de identificación del alumnado con una serie de dieciocho afirmaciones relacionadas con las habilidades de descomposición, abstracción, pensamiento algorítmico, reconocimiento de patrones y evaluación. Con la finalidad de detectar percepciones claras de autoeficacia, en este instrumento se ha adoptado una escala Likert de 4 puntos sin opción neutra, siendo 1 “Nunca”, 2 “Rara vez”, 3 “Casi siempre”, y 4 “Siempre”.

Antes de la intervención (inicio de la Sesión 1) y al terminar (tras la Sesión 3), se aplicó a los participantes un cuestionario pretest–posttest para evaluar los cambios en su percepción sobre su nivel de comprensión y predisposición hacia el pensamiento computacional, así como su familiaridad con el nuevo currículo LOMLOE (OE3). El instrumento empleado para este fin, parte de una adaptación de cuestionarios validados para la autoevaluación de habilidades de PC [16] [20]. Incluye ítems de percepción personal en escala Likert de 5 puntos (donde 1=totalmente en desacuerdo y 5 = totalmente de acuerdo), sobre afirmaciones como “Entiendo a qué nos referimos con el término pensamiento computacional”, “Me siento preparado/a para trabajar con PC en mi futura práctica docente”, o “Estoy familiarizado/a con el nuevo currículo LOMLOE en lo referente a PC”.

En último lugar, además de la recopilación de datos posttest del instrumento inicial, se elaboró un pequeño cuestionario en escala Likert de 5 puntos para la evaluación del impacto de la intervención en la comprensión de la inclusión del PC en el nuevo currículo LOMLOE y su vinculación con las ciencias experimentales. Asimismo, se solicitó al alumnado una

evaluación del nivel de consciencia sobre su propio aprendizaje, que fue complementado con una entrevista estructurada. Para ello, además, se requirió al alumnado una reflexión sobre su proceso de metacognición y sobre la experiencia de aprendizaje activo implementada como parte de la intervención [23]. Estos datos serán analizados en futuros trabajos como parte de un enfoque de método mixto complementario.

Tabla 1. Instrumento para evaluar la autoeficacia en habilidades de PC, adaptado de Tsai y colaboradores [22].

ID	“¿Cómo te identificas con las siguientes afirmaciones relacionadas con habilidades del PC?”
Habilidad de Descomposición	
D-1	Normalmente pienso en si es posible descomponer un problema
D-2	Normalmente pienso en la estructura de un problema
D-3	Normalmente pienso en cómo dividir un gran problema en varios problemas más pequeños
Habilidad de Reconocimiento de Patrones	
R-1	Normalmente tengo facilidad para la resolución de tareas en las que se proporcionan secuencias que siguen un patrón, y se pide continuar la secuencia
R-2	Normalmente trato de emplear soluciones previamente conocidas que posteriormente pueda aplicar a la resolución de otro problema concreto
R-3	Normalmente pienso en si la resolución de distintos problemas concretos diferentes tiene elementos comunes
Habilidad de Abstracción	
A-1	Normalmente pienso en un problema desde un punto de vista global, en lugar de centrarme en los detalles
A-2	Normalmente pienso en las relaciones que existen entre problemas diferentes
A-3	Normalmente trato de encontrar los elementos clave de un problema
A-4	Normalmente trato de analizar los patrones comunes a diferentes problemas
Habilidad de Pensamiento Algorítmico	
P-1	Estoy acostumbrado/a a descifrar paso a paso los procedimientos para una solución
P-2	Normalmente trato de encontrar soluciones efectivas para un problema
P-3	Normalmente trato de definir y diseñar los pasos que componen una solución
P-4	Normalmente trato de averiguar cómo ejecutar la solución para un problema
Habilidad de Evaluación	
E-1	Tiendo a encontrar la solución correcta para un problema
E-2	Normalmente pienso en la mejor solución posible para un programa
E-3	Normalmente trato de encontrar la solución más efectiva para un problema
E-4	Normalmente pienso en la solución más rápida para un problema

La consistencia interna del instrumento pretest/posttest, que evalúa el nivel de familiarización con PC y la inclusión del mismo en el nuevo currículo, fue adecuada para las características diagnósticas del estudio, con un α de Cronbach > 0.75 . Asimismo, para el instrumento de diagnóstico sobre la percepción de autoeficacia en las habilidades principales del PC, el análisis de fiabilidad muestra una elevada consistencia interna, con un α de Cronbach de 0.891. Este coeficiente de fiabilidad representa la proporción de la varianza total atribuible al verdadero valor de la variable medida [24]. Su rango oscila entre 0 y 1, de modo que valores más altos indican una mayor fiabilidad del instrumento. Es aplicable tanto a variables dicotómicas como a escalas de tipo Likert. De acuerdo con autores como Nunnally [25] o Jisu y colaboradores [26], valores superiores a 0,6 se consideran aceptables para garantizar la fiabilidad en estudios exploratorios, mientras que cifras entre 0,5 y 0,6 pueden resultar suficientes en fases iniciales de una investigación. En cambio, valores por encima de 0,7 suelen considerarse adecuados en etapas más avanzadas o consolidadas del proceso investigador.

Todos los cuestionarios se respondieron de forma anónima, vinculando las respuestas pre y post mediante un código (4 últimos dígitos del DNI) provisto por los estudiantes.

2.3 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se empleó software estadístico Jamovi (versión 2.7.6) [27] en combinación con herramientas ofimáticas. Previamente al análisis inferencial, se calcularon las medias y desviaciones típicas de las puntuaciones pre y post en cada ítem Likert cuantitativo. Dado que se trataba de medidas apareadas (los mismos participantes antes y después de la intervención), se planteó comparar las medias pre vs. post mediante pruebas t de muestras relacionadas (pareadas) para cada ítem. En todos los casos se consideró un nivel de significación $\alpha = 0,05$. Todos los cálculos fueron realizados con el software mencionado, garantizando la reproducibilidad y transparencia del análisis.

3. RESULTADOS

A continuación, se presentarán los resultados más relevantes obtenidos a partir de la intervención realizada. Esta sección comienza con un análisis descriptivo de la muestra, seguida por un diagnóstico de la experiencia previa del alumnado con Scratch y PC (OE1), un diagnóstico de la percepción de autoeficacia de los participantes con respecto a las habilidades de PC (OE2), y una evaluación del impacto de la intervención en su nivel de familiarización con PC y con su inclusión en el nuevo currículo (OE3).

Atendiendo a su itinerario académico previo, únicamente un 19,1% de los participantes declara haber cursado asignaturas relacionadas con las ciencias de la vida en Bachillerato, y un 78,6% reconoce haber tenido su último acercamiento a estas disciplinas en 3º y 4º de la ESO. Todos los participantes declaran estar cursando la asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales y de la Educación para la Salud por primera vez.

En la evaluación de experiencia previa del alumnado participante con Scratch, un 59,5% declara no haberlo utilizado nunca o no conocer en qué consiste. Un 33,3% ha tenido un acercamiento puntual a Scratch como parte de una asignatura concreta, y únicamente 3 individuos declaran haberlo utilizado en el contexto de más de una asignatura. Por otra parte, con respecto a su experiencia previa trabajando el PC, un 66,3% declara no haber recibido formación previa al respecto, y el 33,4% restante ha recibido sesiones introductorias breves o prácticas iniciales sobre PC.

En cuanto a las habilidades específicas de PC, la Tabla 2 muestra los resultados del diagnóstico de autoeficacia para las habilidades de descomposición (D1-D3), reconocimiento de patrones (R1-R3), abstracción (A1-A4), pensamiento algorítmico (P1-P4) y evaluación (E1-E4). Los resultados muestran ciertas diferencias en la autoeficacia entre habilidades específicas. En reconocimiento de patrones (R-1, R-2) y pensamiento algorítmico (P-2) se registran las medias más altas ($\approx 3,1-3,3$). También destacan los ítems de evaluación (E-2, E-3), con medias de 3,29 y una proporción elevada en el nivel máximo. En el extremo opuesto, la puntuación más baja corresponde a abstracción (A-1), con una media de 2,31 y un 14,3% en nivel 1. Otros ítems con valores reducidos son A-2, A-4, R-3 y P-3 (medias entre 2,6-2,8). En último lugar, las habilidades de descomposición (D-1 a D-3) y algunos ítems de evaluación (E-1, E-4) se sitúan en un rango intermedio ($\approx 2,7-2,8$).

De manera complementaria, en el posttest todos los participantes afirmaron que, con la actividad desarrollada, había mejorado su percepción sobre su habilidad para reconocer patrones. Alrededor de un 90% indicó lo mismo con respecto a la abstracción y al diseño e implementación de algoritmos. Estos resultados cualitativos refuerzan la efectividad de la intervención en cuanto a una mejora de las capacidades propias del pensamiento computacional en un contexto de didáctica de las ciencias específicas.

Con respecto al impacto de la intervención en la comprensión y predisposición hacia el PC, así como su reconocimiento en el nuevo currículo, los resultados evidencian una mejora estadísticamente significativa en todos los aspectos evaluados. En la Tabla 3 se resumen las medias pre y post de algunos ítems representativos junto a sus probabilidades asociadas (p).

Como se observa tras la experiencia, el alumnado declaró entender mucho mejor qué es el pensamiento computacional (pasando de una media de 3,24 antes a 4,38 después, en una escala de 1 a 5, $p < 0,001$). Igualmente, aumentó significativamente su autoeficacia percibida para trabajar con PC en su contexto profesional (de 2,86 a 3,76, $p < 0,001$). Otro cambio relevante se dio en la familiaridad con el currículo LOMLOE y el papel que en él juega el PC: inicialmente su nivel de acuerdo con “estoy familiarizado con el nuevo currículo” era moderado (3,6 sobre 5) y “comprendo el papel del PC en el currículo” bastante bajo (3,1), pero después de la intervención estas medias subieron a aproximadamente 4,0

y 4,1 respectivamente (ambos $p \approx 0,001$). Es decir, los participantes no solo adquirieron conocimientos sobre PC, sino que también tomaron conciencia de cómo encaja esta competencia en el currículo vigente del área de conocimiento del medio natural, social y cultural, aspecto fundamental para su futura práctica docente.

Asimismo, aumentó de forma significativa la sensación de preparación formativa: tras la intervención, consideraron en mayor medida que “la formación que estoy recibiendo me enfoca adecuadamente a los retos profesionales” (de 3,17 a 3,69, $p = 0,001$), lo cual sugiere que integrar experiencias de PC en su formación docente les resultó pertinente y útil. Incluso su percepción sobre el entorno educativo general cambió ligeramente: la afirmación “el profesorado en España está preparado para trabajar con PC” recibió algo más de acuerdo tras la intervención (de 2,45 a 2,90, $p = 0,002$), lo cual podría indicar un mayor optimismo o conciencia de que cada vez más docentes (como ellos mismos) están adquiriendo estas competencias.

Tabla 2. Resultados del diagnóstico de autoeficacia en las habilidades de PC (N=42).

ID	1 (%)	2 (%)	3 (%)	4 (%)	Media 1-4	± DT
D-1	4,8	31,0	52,4	11,9	2,71	0,74
D-2	2,4	28,6	52,4	16,7	2,83	0,73
D-3	2,4	35,7	47,6	14,3	2,74	0,73
R-1	0,0	11,9	64,3	23,8	3,12	0,59
R-2	0,0	14,3	64,3	21,4	3,07	0,60
R-3	0,0	47,6	38,1	14,3	2,67	0,72
A-1	14,3	42,9	40,5	2,4	2,31	0,75
A-2	14,3	50,0	33,3	2,4	2,76	0,73
A-3	2,4	14,3	57,1	26,2	3,07	0,71
A-4	0,0	42,9	42,9	14,3	2,71	0,71
P-1	2,4	35,7	50,0	11,9	2,71	0,71
P-2	0,0	2,4	66,7	31,0	3,29	0,51
P-3	7,1	35,7	42,9	14,3	2,64	0,82
P-4	0,0	16,7	61,9	21,4	3,05	0,62
E-1	0,0	11,9	73,8	14,3	3,02	0,52
E-2	0,0	9,5	52,4	38,1	3,29	0,64
E-3	0,0	7,1	57,1	35,7	3,29	0,60
E-4	4,8	26,2	52,4	16,7	2,81	0,77

Por último, al posttest se agregaron cuestiones complementarias que permitieron indagar sobre aspectos cualitativos de la experiencia. La colaboración en equipo fue valorada muy positivamente: la mayoría indicó que trabajar en grupo “ha sido muy efectivo, nos hemos ayudado mutuamente” o “muy fructífero, ya que compartimos ideas y nos retroalimentamos”. Algunos señalaron como inconveniente menor que “no todos se implican por igual”, pero en general reconocieron la colaboración como “fundamental en este tipo de proyectos”. En cuanto a la metacognición, prácticamente todo el alumnado la consideró “una estrategia muy útil” para el aprendizaje, comentando que “reflexionar sobre lo aprendido y cómo lo hicimos ayuda a consolidar el conocimiento”.

Además, ningún participante reportó dificultades técnicas insalvables con Scratch: todos los grupos lograron hacer funcionar su proyecto (100% respondieron “Sí” a la pregunta “¿Ha funcionado el Scratch desarrollado?”), y la mitad aproximadamente indicaron haberlo logrado siguiendo el modelo mostrado por los profesores en clase, mientras que la otra mitad introdujo variaciones o mejoras propias. Estas observaciones sugieren un alto grado de compromiso del alumnado con la actividad y una apropiación exitosa de las herramientas y conceptos introducidos.

Tabla 3. Resultados pre-post del nivel de familiarización con PC y nuevo currículo (N=42, comparaciones pareadas).

ID	Aspecto evaluado (escala 1-5)	Pre (Media 1-5 $\pm$ DT)	Post (Media 1-5 $\pm$ DT)	p (bilateral)
F-1	Comprensión del término “Pensamiento Computacional” (grado de acuerdo)	3,24 $\pm$ 0,95	4,38 $\pm$ 0,54	p < 0,001
F-2	Sentirse preparado/a para aplicar PC en el aula	2,86 $\pm$ 0,84	3,76 $\pm$ 0,73	p < 0,001
F-3	Creencia “el profesorado en general está preparado en PC”	2,45 $\pm$ 0,63	2,90 $\pm$ 0,85	p = 0,002
F-4	Formación recibida me prepara para retos profesionales	3,17 $\pm$ 0,85	3,69 $\pm$ 0,75	p = 0,001
F-5	Familiaridad con el nuevo currículo LOMLOE (Infantil/Primaria)	3,64 $\pm$ 0,73	4,00 $\pm$ 0,73	p = 0,001
F-6	Comprensión del papel del PC en el currículo	3,07 $\pm$ 0,97	4,10 $\pm$ 0,73	p < 0,001
F-7	Sentirse capaz de aplicar el PC según currículo LOMLOE	2,62 $\pm$ 0,79	3,38 $\pm$ 0,62	p < 0,001

De los 9 grupos que participaron en la actividad, que eran los mismos que se habían organizado en clase para los trabajos en grupo de la asignatura, 6 obtuvieron la calificación de “satisfactorio” y 3 de “supera lo esperado”.

4. DISCUSIÓN

Los hallazgos de esta intervención piloto indican que la incorporación del pensamiento computacional en la formación inicial docente para Educación Primaria en asignaturas del área de didáctica de las ciencias experimentales puede ser muy beneficiosa. Tras solo dos sesiones de trabajo (una teórica y una práctica), además de una sesión de presentación y evaluación, los futuros docentes mostraron una mejor comprensión de qué es el PC y de cómo aplicarlo, así como una mayor confianza para integrarlo en su futura labor educativa. Este incremento es particularmente valioso: estudios previos señalan que los docentes que se sienten preparados y entienden el valor del PC tienen más probabilidades de enseñarlo efectivamente en sus aulas [11] [28]. En nuestro caso, pasar por la experiencia práctica de diseñar un recurso didáctico (una clave dicotómica) mediante el diseño e implementación de algoritmos, les permitió vivir de primera mano el proceso computacional, derribando posibles miedos o desconocimiento hacia la programación y mostrando su aplicabilidad en la enseñanza de un contenido científico concreto. Como resultado, los participantes reconocieron que su formación docente gana relevancia al incluir estas metodologías innovadoras, alineadas con los retos profesionales que enfrentarán en la implantación del nuevo currículo LOMLOE.

Cabe destacar que la actividad desarrollada se sitúa en la intersección entre el pensamiento científico y el pensamiento computacional. La tarea de crear una clave de clasificación de vertebrados exigió al estudiantado identificar cómo abordar un problema científico relacionado con la didáctica de las ciencias, utilizando habilidades de PC para construir el algoritmo de decisión a partir de un proceso de descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción y diseño e implementación de algoritmos. Este tipo de actividades facilita la comprensión del enfoque de la LOMLOE, que promueve proyectos interdisciplinarios en los que se utilice el pensamiento de diseño y el pensamiento computacional para resolver problemas reales de forma creativa [6] [7] [8]. Nuestros resultados sugieren que el PC puede integrarse de forma natural y aportar un valor añadido en la formación inicial del profesorado en el área de la didáctica de las ciencias experimentales: en este caso, facilitó el aprendizaje del diseño y desarrollo de claves dicotómicas, haciendo el proceso más interactivo y motivador. Al mismo tiempo, los estudiantes desarrollaron habilidades de análisis, organización de información y secuenciación lógica. Esto refleja que el PC es una competencia transversal que mejora el pensamiento en cualquier disciplina, al aportar rigor lógico y sistemático en la resolución de problemas.

En el plano autonómico, esta experiencia también aporta evidencias para Canarias, donde la integración del PC en el currículo viene acompañada de objetivos específicos en conocimiento del medio natural, social y cultural. Por ejemplo, el currículo canario de Educación Primaria espera que el alumnado utilice “estrategias de pensamiento computacional para interpretar algoritmos sencillos” en el marco de la competencia matemática y en ciencia, tecnología e ingeniería (competencia STEM por sus siglas en inglés) [8]. Nuestro estudiantado, tras la intervención, manifestó sentirse más capaz de cumplir con esa expectativa curricular (“me siento preparado para aplicar el PC tal y como se expresa en el currículo LOMLOE” subió de 2,6 a 3,4 sobre 5). Aunque aún hay margen de mejora en esta confianza (la media post no alcanzó niveles de “muy de acuerdo”), el progreso es significativo. Es razonable pensar que, con más experiencias

formativas de este tipo a lo largo de la carrera docente, su competencia digital-educativa se consolidará. Como apuntan Quevedo-Sarmiento y colaboradores, es necesaria una formación del profesorado sistemática para lograr la efectiva inserción curricular del PC en todas las aulas [28]. Esta innovación constituye un primer paso en esa dirección, ofreciendo un modelo replicable de cómo abordar el PC en la didáctica de las ciencias.

El diagnóstico de entrada (OE1) confirmó una familiaridad limitada y escasa práctica previa: en Scratch, más de la mitad de los participantes no lo había usado o solo había escuchado hablar del software ($\approx 57,5\%$ sin uso práctico y solo $8,5\%$ con uso sostenido) y, en pensamiento computacional, la mayoría declaró conocimiento superficial sin formación práctica ($63,8\%$).

Asimismo, con respecto al OE2, la autoeficacia percibida inicialmente sobre las habilidades nucleares del PC —descomposición, reconocimiento de patrones, abstracción, pensamiento algorítmico y evaluación— muestra diferencias relevantes entre habilidades específicas. Se observa una mayor confianza en aquellas de carácter procedimental, como el reconocimiento de patrones y el diseño de algoritmos, lo que puede vincularse con su naturaleza más concreta y secuencial. De forma similar, las puntuaciones elevadas en evaluación sugieren que el alumnado percibe seguridad en la revisión y valoración de soluciones, posiblemente por tratarse de procesos asociados a la comparación y el juicio crítico. En contraste, la abstracción se configura como el principal punto débil, con puntuaciones claramente inferiores y una proporción relevante en niveles bajos, lo que refleja dificultades percibidas para generalizar, identificar lo esencial y trabajar con representaciones no literales. También se detectan limitaciones en ítems que implican mayor complejidad cognitiva, como el reconocimiento de patrones en contextos menos evidentes (R-3) y el pensamiento algorítmico en situaciones abiertas (P-3), lo que apunta a la necesidad de reforzar estas competencias. En conjunto, la autoeficacia percibida parece alinearse con el grado de dificultad cognitiva de cada habilidad, mostrando solidez en procesos concretos y mayor fragilidad en aquellos que requieren abstracción y transferencia [29] [30]. En último lugar, como parte de la evaluación posttest, el alumnado reportó especialmente un aumento de la percepción de autoeficacia en reconocimiento de patrones y abstracción.

Finalmente, respecto al OE3, tras la intervención se observó un aumento significativo en la familiarización con el PC, su encaje en la LOMLOE y su aplicabilidad en la didáctica de ciencias (mejoras pre-post en comprensión del PC, entendimiento de su papel curricular y preparación percibida para aplicarlo, junto con evidencias de funcionamiento de los proyectos en Scratch). El aumento significativo en la definición del concepto de PC (de 3,24 a 4,38, $p < 0,001$) indica que la experiencia favoreció una apropiación más clara del término, lo que constituye un paso necesario para su integración didáctica. Del mismo modo, la mejora en la autoeficacia percibida para aplicar PC en el aula (de 2,86 a 3,76, $p < 0,001$) evidencia que la intervención no solo aportó conocimiento teórico, sino también confianza en la transferencia práctica a situaciones educativas.

Otro aspecto destacado es la comprensión del papel del PC en el currículo LOMLOE, que pasó de ser una de las áreas más débiles (3,07) a alcanzar valores elevados tras la intervención (4,10, $p < 0,001$). Esto refleja que el alumnado no solo adquirió competencias técnicas, sino que también desarrolló una conciencia curricular, imprescindible para situar el PC dentro de la planificación y la práctica docente. La familiaridad con el currículo también aumentó significativamente (de 3,64 a 4,00, $p = 0,001$), consolidando la pertinencia de trabajar estas conexiones en la formación inicial. En relación con la percepción de la formación recibida, el incremento observado (de 3,17 a 3,69, $p = 0,001$) sugiere que la inclusión de actividades orientadas al PC se percibe como alineada con las demandas profesionales. La intervención, por tanto, no solo reforzó competencias específicas, sino que también contribuyó a legitimar la propia formación docente como respuesta a las exigencias actuales del sistema educativo.

Finalmente, aunque más modesto, resulta relevante el cambio en la valoración del profesorado en general respecto a su preparación en PC (de 2,45 a 2,90, $p = 0,002$). Este dato podría interpretarse como una señal de mayor optimismo sobre la progresiva incorporación del PC en la práctica docente, o bien como un reconocimiento del propio proceso de capacitación en el que se encuentran inmersos los participantes.

5. CONCLUSIONES

La experiencia realizada de PC en la Didáctica de las Ciencias Experimentales ha logrado sensibilizar y capacitar a los futuros docentes en una competencia emergente que demanda el sistema educativo actual. Los participantes no solo aprendieron qué es el PC y cómo implementarlo a través de Scratch, sino que también tomaron conciencia de su potencial para transformar la enseñanza de las ciencias, haciéndola más activa, interdisciplinar y acorde con la realidad digital del siglo XXI. Este trabajo se enmarca en las iniciativas de innovación educativa que pretenden dar respuesta a las

nuevas exigencias curriculares [11], brindando al profesorado en formación una “segunda oportunidad” para integrar el pensamiento computacional en las aulas de forma efectiva [28]. Futuros esfuerzos se dirigirán a ampliar la muestra de la intervención, incorporar herramientas abiertas adicionales y fomentar redes de docentes que compartan buenas prácticas en la aplicación del PC en todas las áreas, consolidando así el cambio metodológico que promueve la LOMLOE tanto a nivel nacional como en la Comunidad Autónoma de Canarias.

5.1 Limitaciones y trabajos futuros

En términos de limitaciones, cabe destacar que el estudio se basa en las percepciones autorreportadas de un número relativamente pequeño de participantes y en una intervención de corta duración. Si bien los datos muestran mejoras claras y coherentes, sería conveniente en investigaciones futuras complementar con medidas objetivas de aprendizaje (por ejemplo, evaluando conocimientos de PC aplicado a la enseñanza-aprendizaje de las ciencias antes y después con pruebas específicas) y extender el tiempo de la intervención para observar efectos a largo plazo. También sería interesante probar este enfoque directamente con alumnado de primaria –es decir, que los propios niños y niñas utilicen las claves dicotómicas en Scratch diseñadas por los futuros docentes– para valorar el impacto real en el aprendizaje de ciencias en esas edades. No obstante, los resultados iniciales son prometedores y alineados con la literatura: la integración del pensamiento computacional mediante proyectos contextualizados puede aumentar la motivación y la implicación del estudiantado [5] [14] [31], a la vez que desarrolla competencias generales de la profesión docente de manera simultánea (digitales, didácticas, colaborativas y comunicativas).

Futuros trabajos explotarán en mayor profundidad los datos cualitativos recopilados, a fin de presentar una investigación completa de método mixto que maximice la contribución científica de la experiencia realizada. Otro objetivo futuro de esta investigación se centra en presentar análisis correlacionales entre los parámetros de experiencia previa del alumnado y su nivel de percepción de autoeficacia, así como una incorporación de la evaluación de los ejercicios y comprensión del contenido curricular trabajado.

6. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha recibido financiación de la Convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa 2023 - Proyecto de Innovación Educativa PIE-2023-56 “Metodologías Didácticas Activas para la Integración del Pensamiento Computacional en la Formación del Estudiantado para Maestro (PENSACT)”. Se agradece al Grupo de Innovación Educativa GIE-56 “Diseño e Implementación de Sistemas Integrados” de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria su colaboración en este trabajo.

REFERENCIAS

1. Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215> ACM Digital Library
2. Selby, C. C., & Woollard, J. (2013). *Computational Thinking: The Developing Definition*. University of Southampton. <https://eprints.soton.ac.uk/356481/> eprints.soton.ac.uk
3. Quevedo Gutiérrez E., Perdomo-Díaz J, Lijó Sánchez R., de-Armas-González P. Formulación de Problemas de Reconocimiento de Patrones en el marco del Pensamiento Computacional. María Burgos Navarro, María C. Cañadas Santiago, José M^o Marbán Prieto e Irene Polo Blanco (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVIII* (pp. 373-380). SEIEM.
4. Department for Education (DfE). (2013). National curriculum in England: Computing programmes of study (Key Stages 1–4). <https://www.gov.uk/government/publications/national-curriculum-in-england-computing-programmes-of-study> (PDF KS1–2: https://assets.publishing.service.gov.uk/media/5a7c576be5274a1b00423213/PRIMARY_national_curriculum_-_Computing.pdf) GOV.UK GOV.UK
5. Bell, T., & Lodi, M. (2019). Constructing computational thinking without using computers. *Constructivist Foundations*, 14(3), 342–351. <https://constructivist.info/14/3/342.bell> (PDF: <https://constructivist.info/14/3/342.bell.pdf>) constructivist.info+1
6. Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen las enseñanzas mínimas de Educación Primaria. BOE. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-3296> (PDF consolidado: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2022/BOE-A-2022-3296-consolidado.pdf>) BOE+1
7. Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE), de 29 de diciembre. BOE. <https://www.boe.es/buscar/pdf/2020/BOE-A-2020-17264-consolidado.pdf> BOE

8. Decreto 211/2022, de 10 de noviembre, currículo de Educación Primaria en Canarias. BOC. <https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/primaria/informacion/contenidos/ordenacion/index.html> (enlace al BOC dentro de la página). Gobierno de Canarias
9. Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., et al. (2022). Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education. Publications Office of the EU. <https://doi.org/10.2760/126955> (JRC record: <https://publications.jrc.ec.europa.eu/repository/handle/JRC128347>) Acer for Educationpublications.jrc.ec.europa.eu
10. Decreto 196/2022, de 13 de octubre, currículo de Educación Infantil en Canarias. BOC. <https://www.gobiernodecanarias.org/boc/2022/212/001.html> (ficha jurídica: <https://www.gobiernodecanarias.org/juriscan/ficha.jsp?id=79146>) Gobierno de Canarias+1
11. Romero, T.M.; Quevedo-Gutiérrez, E., Álamo-Rosales, J.; Morales-Almeida, P. (2024). Intervención de Pensamiento Computacional desde la Orientación Educativa en el Currículo de Matemáticas de 6º de Primaria. *Formación del Profesorado e Investigación en Educación Matemática*, Vol. XVI. pp 109-132.
12. González-Fernández, M. O., Flores-González, Y. A., & Muñoz-López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka*, 18(2), 2301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301 (ficha revista: <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/5827>) repository.uaeh.edu.mxRevistas. Universidad de Cádiz
13. Lijó-Sánchez, R., Calcines, M. A., López-Puig, A., Zapatera, A., & Quevedo, E. (2023). Percepción del estudiantado para Maestro sobre la integración curricular del pensamiento computacional en su proceso formativo. En X Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC (InnoEducaTIC 2023), 111–119. (Actas ULPGC): <https://accedaCRIS.ulpgc.es/bitstream/10553/128302/1/INNOEDUCATIC%202023.pdf> (no DOI). AccedaCRIS
14. Lijó-Sánchez, R.; Díaz-Díaz, J.A.; Hernández-Moreno, C.; Zapatera-Llinares, A.; Morales, A.; Álamo-Rosales, J.; Quevedo-Gutiérrez, E. (2023), Intervención de Pensamiento Computacional en Educación Infantil en el Marco de la Ordenación Curricular Propuesta por la LOMLOE. pp. 161-185 (PDF) *Formación del Profesorado e investigación en Educación Matemática*(15)
15. Hernández-Moreno, C., Lijó-Sánchez, R., Álamo-Rosales, J., & Quevedo-Gutiérrez, E. (2023). Intervención de Pensamiento Computacional en la Transición entre Educación Infantil y Primaria. En CINAIC 2023. <http://hdl.handle.net/10553/132088> (no DOI). AccedaCRIS
16. Álamo, J., Quevedo, E., Coll, A. S., Ortega, S., Fabelo, H., Callicó, G. M., & Zapatera, A. (2021). Sustainable Educational Robotics: Contingency Plan during Lockdown in Primary School. *Sustainability*, 13(15), 8388. <https://doi.org/10.3390/su13158388> (editorial MDPI: <https://www.mdpi.com/2071-1050/13/15/8388>) MDPI
17. Hurt, T., Greenwald, E., Allan, S., Cannady, M. A., Krakowski, A., Brodsky, L., Collins, M. A., et al. (2023). The computational thinking for science (CT-S) framework: operationalizing CT-S for K–12 science education researchers and educators. *International Journal of STEM Education*, 10, 1. <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00391-7>
18. Weintrop, D., Beheshti, E., Horn, M., Orton, K., Jona, K., Trouille, L., & Wilensky, U. (2016). Defining Computational Thinking for Mathematics and Science Classrooms. *Journal of Science Education and Technology*, 25(1), 127–147. <https://doi.org/10.1007/s10956-015-9581-5>.
19. Gouvea, J. S. (2023). Integrating Computation into Science Education. *CBE—Life Sciences Education*, 22(3), fe2. <https://doi.org/10.1187/cbe.23-05-0093> (ficha revista: <https://www.lifescied.org/doi/full/10.1187/cbe.23-05-0093>)
20. Santaengracia, J. J., Palop, B. y Rodríguez-Muñiz, L. J. (2023). Percepciones del profesorado sobre pensamiento computacional. Estudio de una formación. En C. Jiménez-Gestal, Á. A. Magreñán, E. Badillo, E. y P. Ivars (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XXVI* (pp. 491–498). SEIEM.
21. W. G. Cochran, *Sampling Techniques*, 2nd ed., Hoboken, NJ, USA : Wiley, 1963.
22. Tsai, M.-J., Liang, J.-C., & Hsu, C.-Y. (2020). The Computational Thinking Scale for Computer Literacy Education. *Journal of Educational Computing Research*, 59(4), 579-602. <https://doi.org/10.1177/0735633120972356> (Original work published 2021)
23. Swartz, R. J., Costa, A. L., Beyer, B. K., Reagan, R., & Kallick, B. (2013). El aprendizaje basado en el pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI. Madrid: Ediciones SM. <https://es.literaturasm.com/libro/aprendizaje-basado-pensamiento> (ISBN 978-84-675-5612-4; sin DOI). Literatura Infantil y Juvenil SM
24. J. R. A. Santos, “Cronbach’s alpha: A tool for assessing the reliability of scales,” *J. Ext.*, vol. 37, no. 2, pp. 1–29, 1999.
25. J. C. Nunnally, *Psychometric Theory*. New York, NY, USA : McGraw-Hill, 1967.
26. H. Jisu, D. E. Delorme, and L. N. Reid, “Perceived third-person effects and consumer attitudes on prevetting and banning DTC advertising,” *J. Consum. Affairs*, vol. 40, no. 1, pp. 90–116, Apr. 2006, doi: 10.1111/j.1745-6606.2006.00047.x.
27. “Jamovi (version 2.7.6) [Computer Software],” The Jamovi Project, 2025. <https://www.jamovi.org>
28. Quevedo-Sarmiento, J; Lijó-Sánchez, R.; Quevedo-Gutiérrez, E. (2023). El Pensamiento Computacional en el Currículo de Matemáticas de la Enseñanza Básica y la Formación del Profesorado: ¡Una Segunda Oportunidad!. *Formación del Profesorado e investigación en Educación Matemática*(15), pp. 203-226.

29. Mirolo, C., Izu, C., Lonati, V., & Scapin, E. (2022). Abstraction in Computer Science Education: An Overview. *Informatics in Education*, 20(4), 615-639. doi:10.15388/infedu.2021.27
30. Begum, M., Crossley, J., Strömbäck, F., Akrida, E., Alpizar-Chacon, I., Evans, A., Gross, J. B., Haglund, P., Lonati, V., Satyavolu, C., & Thorgeirsson, S. (2024). A pedagogical framework for developing abstraction skills. *ITiCSE 2024: Working Group Reports on Innovation and Technology in Computer Science Education*, 258–299. <https://doi.org/10.1145/3689187.3709613>.
31. Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento computacional desenchufado. *Education in the Knowledge Society*, 20(1), Art. 18. https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18. *Revistas USAL*

Explorando la integración del pensamiento computacional en Matemáticas mediante una metodología basada en el aprendizaje-servicio

Gara Miranda Valladares^{1a}[0000-0002-2181-0067], Rafael Herrero-Álvarez^a[0000-0003-0650-7155], Alicia Acosta Ramírez^b

^a Departamento de Ingeniería Informática y de Sistemas, Camino San Francisco de Paula, 19, Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, Universidad de La Laguna, 38200, San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España;

^b Consejería de Educación, Gobierno de Canarias, España.

RESUMEN

Este trabajo presenta un proyecto interdisciplinar para integrar el pensamiento computacional como mecanismo de resolución de problemas en Matemáticas mediante una metodología de aprendizaje-servicio. Para ello, el proyecto se centra en desarrollar habilidades como la lógica, la abstracción y el diseño algorítmico en diferentes etapas formativas, incluyendo la propia formación del futuro profesorado. Este proyecto persigue tres objetivos específicos: integrar los fundamentos de las Ciencias de la Computación en áreas STEM, estimular entre el alumnado el talento matemático (EsTalMat) y reforzar la capacitación de futuros docentes. Este proyecto se estructura en tres fases: en primer lugar, los estudiantes del ámbito de la computación diseñan actividades para fomentar la resolución de problemas matemáticos mediante pensamiento computacional, implementando soluciones funcionales en el lenguaje de programación Python; en la segunda fase el alumnado EsTalMat adapta y transfiere estos materiales a futuros docentes (estudiantes de Grados en Educación); y en la fase final, los futuros docentes evalúan y proponen mejoras, cerrando un ciclo de retroalimentación. Este trabajo presenta la primera fase del proyecto, en la que 76 estudiantes del Grado en Matemáticas diseñaron materiales siguiendo una estructura sistemática (problema, diseño algorítmico, implementación en Python, validación y resultados) y abarcando problemas clásicos en diferentes áreas de las Matemáticas. Estos materiales sirvieron como base para la intervención que se llevó a cabo en un reducido grupo de alumnado EsTalMat y que permitió evaluar el impacto sobre actitudes y percepciones hacia las Ciencias de la Computación. Los resultados evidencian un uso tecnológico extendido, una autoeficacia intermedia-alta, emociones positivas predominantes y una alta valoración de la importancia educativa y social de la disciplina. Los resultados también muestran intereses STEM similares por género, con estereotipos muy bajos y una proyección favorable hacia estudios y empleos en computación, apoyando su futura integración curricular y la formación docente activa.

Palabras clave: Ciencias de la Computación, Matemáticas, aprendizaje-servicio, currículo educativo, formación docente

INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas hemos asistido a una transformación tecnológica sin precedentes, marcada por la digitalización y el desarrollo de nuevas herramientas capaces de modificar la manera en que trabajamos, nos comunicamos y aprendemos. Dentro de este escenario, la Inteligencia Artificial (IA) ha adquirido un papel central, situándose en la vanguardia de la innovación. La IA está revolucionando multitud de sectores gracias a que permite automatizar tareas complejas, mejorar la toma de decisiones y crear nuevas oportunidades de negocio. En este contexto de cambios tecnológicos tan profundos y acelerados, resulta imprescindible que la sociedad comprenda en qué se basan estos avances. Estos cambios y el desarrollo de competencias asociadas no deben abordarse únicamente desde la Informática o las Ciencias de la Computación, sino que requieren un enfoque global en los distintos grados universitarios, de manera que las personas entiendan las tecnologías que están moldeando nuestro mundo y se empoderen como creadoras activas.

En este contexto, debe existir una integración de las Ciencias de la Computación en áreas como la Educación y las Matemáticas para producir sinergias que permitan al alumnado prepararse para una sociedad cada vez más digital y tecnológicamente avanzada [1]. Es más, consideramos que la base de partida para generar estas sinergias debe ser el Pensamiento Computacional (PC), ya que constituye la comprensión fundamental de cómo se estructuran y resuelven los problemas en un ordenador, ofreciendo un marco transversal aplicable a múltiples disciplinas. El PC puede entenderse

¹ gmiranda@ull.edu.es

como una estrategia de resolución de problemas que implica analizarlos y descomponerlos en partes más sencillas, identificando patrones y proponiendo algoritmos utilizando la lógica y la creatividad que permitan resolverlos de forma eficiente [2]. Se trata de una habilidad que desarrollan inherentemente quienes se dedican a la programación de ordenadores pero que también se puede desarrollar mediante la realización de actividades “desenchufadas” (que no requieren del uso de dispositivos digitales).

El PC se relaciona de manera directa con competencias esenciales en el área de las Matemáticas, como el razonamiento lógico, la abstracción, la identificación de patrones y la descomposición de problemas complejos en partes más manejables. Esta interconexión no solo refuerza la comprensión de conceptos matemáticos, sino que también potencia la capacidad del alumnado para aplicar dichos conocimientos en contextos diversos, favoreciendo un aprendizaje más profundo y transferible. Por lo tanto, la coordinación con el área de las Matemáticas es esencial para integrar el PC en los planes de estudio. En primer lugar, porque así se ha recogido en las competencias definidas en la nueva legislación educativa: en los planes educativos de la Educación Primaria y Secundaria [3, 4, 5, 6], aparecen ya de forma explícita competencias relacionadas con el PC. En segundo lugar, porque esta disciplina proporciona una base sólida para comprender conceptos fundamentales como la lógica, la resolución de problemas y el razonamiento abstracto. Al incluir el PC en el currículo de Matemáticas desde una edad temprana, se cultivan habilidades esenciales en los estudiantes [7], como el análisis algorítmico y la gestión de datos. Sin embargo, esta integración requiere formación y apoyo adecuado para los docentes, asegurando que puedan enseñar tanto los fundamentos básicos del PC como atender las necesidades específicas de los estudiantes. Por este motivo, las universidades deben ser conscientes de la urgente necesidad de incluir el PC como parte de la formación de los futuros docentes.

Teniendo en cuenta esta situación de partida, un grupo de docentes e investigadores del área de la Didáctica de las Matemáticas y del área de Lenguajes y Sistemas Informáticos han puesto en marcha un proyecto de innovación educativa cuyo principal objetivo es mejorar la comprensión y aplicación del PC en el área de las Matemáticas, especialmente en el contexto del alumnado con alto estímulo e interés en este campo. Para ello, se pretende emplear una metodología basada en el aprendizaje-servicio que permita integrar a estudiantes de diferentes niveles educativos, fomentando un aprendizaje colaborativo e interdisciplinar. Esta iniciativa se desarrolla en colaboración con los miembros del Proyecto EsTalMat (Estímulo del Talento Matemático) Canarias [8] y del Aula Cultural de Pensamiento Computacional [9]. Cabe destacar que el Proyecto EsTalMat tiene ya un recorrido consolidado en Canarias. Su objetivo principal es detectar, orientar y estimular el talento matemático en estudiantes de entre 12 y 16 años, ofreciendo formación complementaria que potencie sus capacidades más allá del currículo escolar ordinario. A través de actividades, talleres y seminarios, se busca fomentar el gusto por las Matemáticas, desarrollar el razonamiento lógico y creativo, y apoyar a jóvenes con altas capacidades en un entorno que promueve tanto el aprendizaje como la socialización entre iguales. La colaboración de profesorado vinculado al Proyecto EsTalMat, permite enriquecer este proyecto gracias a su experiencia en la atención al talento matemático; además el resto del equipo de trabajo involucrado en el proyecto que aquí se presenta está conformado por profesorado de distintas áreas y entidades, lo que garantiza un enfoque interdisciplinar.

El resto del trabajo se estructura tal y como se describe a continuación. Se comienza presentando el objetivo general y los objetivos específicos de este proyecto, así como una breve descripción de las fases involucradas en el mismo, haciendo hincapié en la primera fase de dicho proyecto, pues será la que se describa con detalle en este trabajo. En la tercera sección se describe la metodología empleada, incluyendo el diseño del estudio, la muestra participante y los instrumentos de recogida de datos. Posteriormente, se presentan los resultados obtenidos así como una discusión de los mismos. Finalmente, se exponen las conclusiones, donde se discuten las principales aportaciones del proyecto, así como sus implicaciones educativas y líneas de trabajo futuro.

OBJETIVOS Y PLANIFICACIÓN DEL PROYECTO

El objetivo general de este proyecto es mejorar la comprensión y aplicación del PC en el área de las Matemáticas a través de un cambio metodológico, basado en el aprendizaje-servicio, con el fin de interconectar las diferentes etapas educativas y poner a los estudiantes como protagonistas de su propio aprendizaje. Como objetivos específicos se plantean los siguientes:

- **O1:** Integrar los conocimientos propios de las Ciencias de la Computación, como el PC, en diferentes contextos y niveles educativos con el fin de estimular el talento STEM.

- **O2:** Mejorar la formación de los futuros docentes, proporcionando la seguridad y las herramientas necesarias para que integren en la enseñanza de las Matemáticas los conceptos fundamentales del PC.
- **O3:** Incentivar y atender las necesidades específicas de aprendizaje de estudiantes con talento matemático, convirtiendo al alumnado en protagonista de su propio aprendizaje, al tiempo que los futuros docentes comprenden que las expectativas del alumnado en el aula pueden ser muy heterogéneas.

Es importante resaltar que en este proyecto participan estudiantes con tres perfiles diferentes:

- **Alumnado EsTalMat:** estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria con alta motivación o talento matemático y activamente participando en el Proyecto EsTalMat Canarias.
- **Alumnado de computación:** estudiantes universitarios del Grado en Matemáticas o del Grado en Ingeniería Informática que cursan asignaturas en las que se desarrollan habilidades de PC (generalmente, enfocadas a la iniciación o a los fundamentos de la programación).
- **Futuros docentes:** estudiantes universitarios cursando Grados en Educación Infantil o Educación Primaria.

Teniendo en cuenta estos perfiles de participación en el proyecto, la planificación se ha estructurado en las siguientes fases:

Fase 1. Diseño y puesta en práctica

Los estudiantes de grado con formación en computación seleccionarán temáticas de interés, diseñarán materiales y pondrán en práctica diversas intervenciones, con el objetivo de atender las necesidades específicas de aprendizaje del alumnado con talento matemático. Estas intervenciones estarán centradas en el desarrollo del PC mediante la resolución de problemas matemáticos con programación en Python.

Fase 2. Innovación y transferencia

El alumnado del proyecto EsTalMat llevará a cabo una intervención dirigida a los futuros docentes (estudiantes de Grados en Educación), introduciendo actividades que integren las Matemáticas y el PC. Para el desarrollo de esta fase será fundamental que el alumnado EsTalMat haya trabajado y analizado el material diseñado en la primera fase del proyecto.

Fase 3. Análisis y mejora

Los estudiantes de los Grados en Educación serán receptores de las intervenciones, revisando y evaluando el itinerario formativo propuesto. Además, aportarán adaptaciones y propuestas de mejora, favoreciendo un proceso de retroalimentación que permita optimizar las actividades y consolidar los aprendizajes.

METODOLOGÍA

Es importante destacar que el presente trabajo se centra en la presentación y descripción detallada del desarrollo de la primera fase del proyecto, consistente en la creación de materiales específicos para el desarrollo del PC, así como la descripción de las intervenciones llevadas a cabo y la evaluación del impacto obtenido. Esta primera fase del proyecto se desarrolló durante el curso académico 2024-2025.

3.1. Descripción de la muestra.

En esta primera fase del proyecto participaron dos grupos diferenciados de estudiantes: por un lado, aquellos con formación en computación, responsables del diseño y la preparación de los materiales destinados a promover el desarrollo del PC en el ámbito de las Matemáticas; y, por otro, los estudiantes con talento matemático, quienes fueron los destinatarios de dichas intervenciones. No obstante, es importante precisar que la evaluación del impacto presentado en el apartado de resultados se centra exclusivamente en este segundo grupo, dado que el objetivo de esta fase inicial es analizar los efectos de la intervención desde la perspectiva del estudiantado receptor, y no del grupo responsable del diseño y elaboración de los materiales.

3.1.1. Alumnado de computación.

En esta primera fase del proyecto participaron 76 estudiantes del Grado en Matemáticas, cursando la asignatura *Computación Avanzada* (primer curso – segundo cuatrimestre) y organizados en 22 grupos de entre 2 y 4 componentes cada uno. Puesto que, en una asignatura previa, *Iniciación a la Computación* (primer curso – primer cuatrimestre) se sentaron los fundamentos principales de la programación, en esta asignatura se desarrollan destrezas para la programación

científica y el análisis de datos en Python. Para ello, se presta especial atención a la gran variedad de funcionalidades que proporciona la librería científica de Python. En particular, los resultados de aprendizaje definidos en esta asignatura se centran en la capacidad de enfrentar un problema e indagar en la herramienta informática elegida, sabiendo discernir qué parte del problema es posible resolver y cuál necesita herramientas más sofisticadas, o una teoría más desarrollada. Para esto es necesario conocer y manejar un lenguaje de programación de alto nivel (Python, en este caso) y saberlo utilizar para la resolución de problemas científico-técnicos.

3.1.2. Alumnado EsTalMat.

En esta primera fase del proyecto participaron 9 estudiantes de 3º E.S.O. y que forman parte del Proyecto EsTalMat Canarias. El principal objetivo del proyecto EsTalMat es proporcionar formación complementaria a estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria con altas capacidades en Matemáticas. En estas sesiones, el alumnado desarrolla su pensamiento lógico y creativo mediante la resolución de problemas avanzados y la exploración de conceptos matemáticos no incluidos en el currículo convencional. La intervención que se presenta en este trabajo se ha llevado a cabo precisamente en el contexto de estas sesiones de tutorización de alumnado EsTalMat.

3.2. Diseño y selección de los materiales.

En esta fase del proyecto se le solicitó al alumnado de la asignatura *Computación Avanzada* (del primer curso del Grado en Matemáticas) que diseñara materiales para trabajar los conceptos básicos de la programación y el PC dentro de un contexto de resolución de problemas matemáticos. Los materiales debían venir acompañados de un contexto teórico que en cierta medida permitiera combinar el interés por el problema en sí como por el diseño de la propuesta de resolución, favoreciendo así tanto la comprensión conceptual del PC como su aplicación práctica. Además, se hizo hincapié en que la dinámica de las propuestas debía encajar con la filosofía del proyecto EsTalMat, promoviendo un trabajo colaborativo en sesiones estructuradas, con un enfoque en la resolución de problemas y en la conexión entre las Matemáticas y la Informática. Para ajustarnos a estas directrices se le proporcionó al alumnado la siguiente estructura para la definición de los materiales:

- **Portada:** título (atractivo) del trabajo, nombres y apellidos de los integrantes del grupo, asignatura, curso y fecha.
- **Presentación del problema:** descripción del problema y su relevancia (aplicaciones reales), explicación formal y matemática del problema (definiciones necesarias, propiedades relevantes, enunciado de teoremas, lemas o hechos que condicionan la solución).
- **Diseño algorítmico:** descripción de la estrategia general a seguir para su resolución, representación gráfica y algorítmica del procedimiento diseñado (diagramas de flujo y/o pseudocódigo), identificación de componentes o funciones principales y su responsabilidad y, finalmente, gestión de casos límite y validación de la entrada.
- **Implementación del código:** código completo en Python que resuelve el problema seleccionado, en base al algoritmo diseñado. En este sentido será fundamental estructurar adecuadamente el código, separando cada componente del código y su funcionalidad dentro de la solución. También se debe hacer especial énfasis en la documentación del código para mejorar su comprensión: uso de *docstrings*, comentarios explicativos y descripción de interfaces de entrada/salida. También será relevante la metodología de pruebas y de validación del programa: conjunto de pruebas representativas que incluyan casos típicos, casos límite y entradas inválidas; indicación de cómo se ejecutaron las pruebas (manuales y/o automatizadas), y registros de ejecución relevantes (salida esperada vs. salida obtenida).
- **Resultados experimentales:** descripción de instancias de prueba y parámetros usados, análisis de los resultados obtenidos, pruebas realizadas y cálculo del tiempo invertido en las ejecuciones. Esto último será especialmente relevante si se quiere analizar la eficiencia de las diferentes aproximaciones diseñadas. En este último caso se recomienda incluir tablas o figuras con los resultados y una discusión sobre escalabilidad y rendimiento.
- **Conclusiones:** reflexión sobre la experiencia, dificultades encontradas y posibles mejoras.
- **Bibliografía:** referencias completas de las fuentes utilizadas para fundamentar y desarrollar el trabajo.

A continuación, se incluye un listado con los títulos de los problemas analizados y finalmente propuestos como materiales de apoyo:

- El problema del viajante de comercio.
- Secuencias de "mira y di" y la constante de Conway.
- La criba de Eratóstenes.

- Sucesión de Fibonacci y relación con la proporción áurea.
- El problema de la mochila.
- El problema de los asientos en el avión.
- El método de Monte Carlo para estimar π .
- Solución de sistemas lineales.
- Pirámide de Pascal.
- Aproximación de la integral de un polinomio por área de rectángulos.
- Paradoja de Monty Hall.
- El problema de las 8 reinas.
- Determinación de raíces de polinomios por método de Newton.
- Números primos y criptografía.
- Conjetura de Collatz.
- La Trampa del Teorema de Bayes.
- Teorema fundamental de la aritmética.
- El dilema del prisionero.
- Torres de Hanoi.
- Combinación de oro.
- Paradoja del mono infinito.
- Simulador de probabilidades en Póker.

El proceso de selección y adaptación de los materiales diseñados por los 76 estudiantes del Grado en Matemáticas fue fundamental para garantizar la calidad y pertinencia de la intervención con el grupo EsTalMat. En una primera fase de revisión, el propio alumnado analizó las propuestas de sus compañeros mediante un sistema de evaluación cruzada, aplicando criterios como la claridad en la definición del problema, la innovación o dificultad del reto planteado, la coherencia en la propuesta de resolución algorítmica, y aspectos técnicos del código como la modularidad, los comentarios y el cumplimiento de la guía de estilo. Posteriormente, el profesorado llevó a cabo una segunda revisión centrada en garantizar que las actividades seleccionadas promovieran el desarrollo de las habilidades de PC (como la descomposición, la abstracción, la generalización y el diseño algorítmico), además de fomentar la reflexión crítica y la creatividad matemática. En una etapa de revisión final, algunos de los materiales fueron ajustados o combinados por los tutores EsTalMat para adaptar el grado de complejidad y facilitar su implementación en sesiones de corta duración.

3.3. Descripción de la intervención.

Tal y como ya se ha mencionado, la intervención se enmarcó en las sesiones del programa EsTalMat. Las sesiones se llevan a cabo una vez a la semana y tienen una duración de 1 hora y 45 minutos. Del total de sesiones, entre cuatro y cinco se destinan al desarrollo del PC. Aunque los contenidos comunes del programa en todas las sedes incluyen grafos, diagramas de flujo, caminos críticos, el juego de la vida, álgebra modular, teoría de conjuntos, entre otros, en la sede específica de esta experiencia se ha incorporado de manera particular la transición desde el uso de diagramas de flujo hasta la programación en Python. Esto implica que el alumnado EsTalMat que participó en esta fase de intervención ya tenía algunos conocimientos previos sobre PC y programación en Python: instrucciones básicas, librerías elementales, tipos de datos, variables y programación de calculadoras (tanto básicas como con funciones geométricas), además del uso de estructuras condicionales y una introducción a los bucles. Durante el curso actual, se continuará con la consolidación de estos contenidos, ampliando con el estudio de bucles, listas, funciones y el tratamiento de ficheros.

3.4. Instrumentos de medición.

Con el objetivo de tener algún tipo de retroalimentación en lo referente al impacto que tienen las intervenciones, se ha utilizado un instrumento de medición de actitudes y percepción del alumnado hacia las Ciencias de la Computación [10]. Dicho instrumento es uno de los resultados del proyecto “*El Pensamiento Computacional en el sistema educativo canario: diagnóstico y hoja de ruta para su incorporación en el currículo*”, cuyo acrónimo es C4 (Curriculum de Ciencias de la Computación en Canarias) y que ha sido financiado por la Fundación CajaCanarias y la Fundación LaCaixa [11].

Estos instrumentos se diseñaron con el objetivo de realizar un diagnóstico del sistema educativo pre-universitario en Canarias desde la perspectiva del PC y las Ciencias de la Computación, de tal forma que se pudieran ofrecer pautas basadas en la evidencia sobre cómo incorporar estas competencias en el currículo educativo. El enfoque de este diagnóstico se

desarrolló en base a tres ejes fundamentales: la situación de los centros y su disponibilidad de recursos o herramientas para incorporar el PC en las aulas; la formación del profesorado en el contexto del PC y su percepción sobre esta materia; y finalmente, la percepción o actitud general del alumnado (qué motivaciones, emociones o intereses muestra en relación con esta competencia).

En la Tabla 1 se recoge el esquema de evaluación detallando qué variables se evaluaron, en base a qué instrumentos y quiénes eran los informantes. En el caso del alumnado, el cuestionario está estructurado en 14 secciones con un total de 70 ítems. La mayoría de los ítems se recogen en una escala Likert de 1 a 5. Existen dos versiones del cuestionario: una con el texto adaptado para estudiantes de primaria y otra para el resto de los estudiantes (Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional). El tiempo promedio requerido para la cumplimentación del cuestionario es de 30 minutos. Para facilitar la recogida de datos se diseñaron las encuestas de tal forma que podían realizarse en formato online o presencial (mediante la impresión de los formularios en papel). En este caso, los estudiantes cumplimentaron las encuestas en su versión en línea.

Tabla 1. Variables utilizadas en el estudio según el informante y el instrumento original

Informante	Variables	Instrumento
Alumnado	1. Perfil académico y sociodemográfico	Hoja de registro <i>ad hoc</i>
	2. Motivación hacia las STEM	Escala <i>ad hoc</i>
	3. Dispositivos y uso de la tecnología	SELFIE [12]
	4. Conocimiento sobre Ciencias de la Computación	Escala <i>ad hoc</i>
	5. Autoeficacia en Ciencias de la Computación	Cuestionario de autoeficacia en Ciencias de la Computación (adaptación) [13]
	6. Emociones relacionadas con las Ciencias de la Computación	PANAS-C-SF [14]
	7. Actitudes hacia la tecnología	PATT (adaptación) [15]
	8. Áreas de interés en las que aplicar Ciencias de la Computación	Escala <i>ad hoc</i>
	9. Preferencia sobre la metodología de aprendizaje de Ciencias de la Computación	Escala <i>ad hoc</i>
Profesorado	1. Perfil sociodemográfico y profesional	Hoja de registro <i>ad hoc</i>
	2. Actitudes hacia el Pensamiento Computacional y la Computación	CAS (adaptación) [16]
	3. Percepción de utilidad del desarrollo profesional continuo	SELFIE [12]
Equipos directivos	1. Caracterización del centro	Hoja de registro <i>ad hoc</i>
	2. Liderazgo, colaboración, infraestructura, desarrollo profesional, pedagogía, prácticas de evaluación y competencias digitales del alumnado.	SELFIE [12]

RESULTADOS

En esta sección se analizan los resultados obtenidos para las encuestas realizadas por el alumnado del proyecto EsTalMat que ha participado en la intervención. En primer lugar, se presenta información básica sobre el uso que hacen de la tecnología y la modalidad en la que aprenden sobre Ciencias de la Computación. En relación con el uso de la tecnología, el 66% del alumnado señala emplearla fuera del centro para actividades de aprendizaje no vinculadas directamente con el colegio o instituto, mientras que casi del 90% declara utilizarla diariamente en el hogar con fines de ocio. En relación con los espacios de aprendizaje de la computación, los resultados muestran que las puntuaciones más elevadas (por encima de 3) correspondieron a las opciones ‘*En casa por mi propia cuenta*’ y a ‘*En talleres o actividades extraescolares*’. Este dato sugiere que, más allá del aprendizaje formal en el centro educativo o del apoyo familiar, el alumnado identifica la iniciativa personal y la participación en contextos no escolares como los principales entornos donde ha adquirido conocimientos en Ciencias de la Computación.

En cuanto al interés general del alumnado por las ramas STEM (*Science, Technology, Engineering, Maths*) los datos presentados en la Figura 1 muestran que, en términos generales, chicos y chicas presentan un interés muy similar por las ramas STEM, especialmente en Ciencias y Matemáticas, donde las valoraciones son prácticamente coincidentes. No obstante, se aprecian ligeras diferencias en Tecnología, con una preferencia algo mayor por parte de las chicas, y una diferencia más notable en Ingeniería, donde ellas declaran un interés mayor que los chicos.

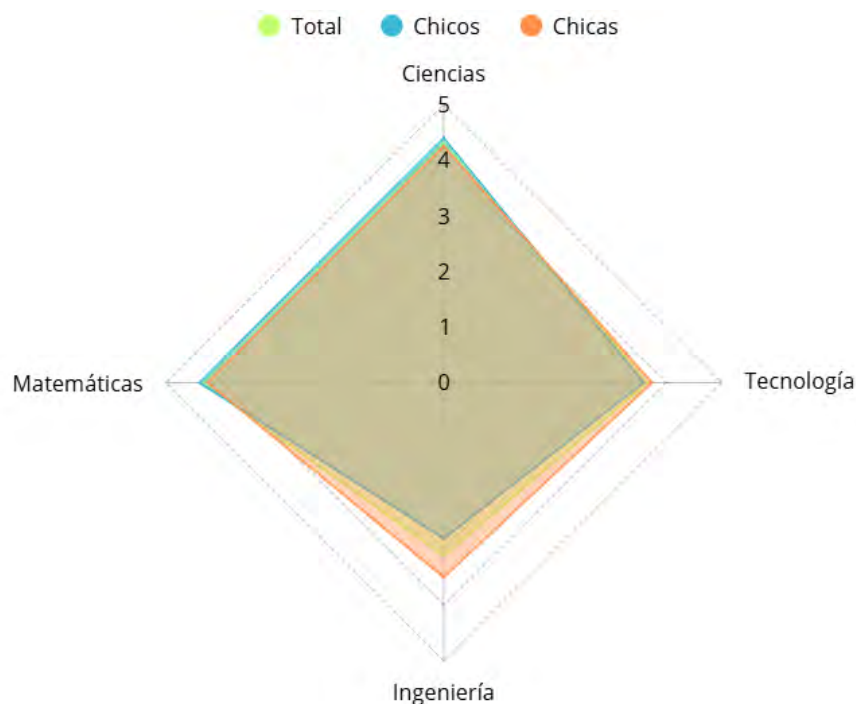


Figura 1. Preferencias medias en áreas STEM comparadas entre el total de participantes, chicos y chicas

4.1. Autopercepción de competencia

La dimensión de autoeficacia se evaluó a través de cinco ítems que indagaban en la percepción del alumnado sobre su capacidad para aprender y desenvolverse en Ciencias de la Computación, la percepción de su desempeño y la confianza en sus habilidades (*‘Aprendo fácilmente sobre Ciencias de la Computación’*, *‘Se me dan bien las Ciencias de la Computación’*, *‘Considero que puedo realizar tareas relacionadas con las Ciencias de la Computación’*, *‘Tengo habilidades para las Ciencias de la Computación’* y *‘Tengo confianza en mis habilidades para las Ciencias de la Computación’*). La media obtenida en este conjunto fue de 3,47, lo que indica un nivel intermedio de autoeficacia, coherente con una percepción positiva pero aún en proceso de consolidación en relación con sus competencias en la disciplina.

4.2. Actitudes y emociones

El cuestionario PANAS (*Positive and Negative Affect Schedule*) es uno de los instrumentos más utilizados para medir emociones positivas y negativas que experimenta una persona. En este cuestionario se ha utilizado la variante PANAS-C-SF [14]. Tal y como se puede apreciar en la Figura 2, las respuestas reflejan emociones mayoritariamente positivas: motivación ($M = 3,67$), alegría ($M = 3,78$) y satisfacción ($M = 3,67$). En contraste, las emociones negativas (depresión, enfado, temor o tristeza) obtuvieron puntuaciones bajas (valores próximos a 1), lo que evidencia un bajo nivel de rechazo afectivo hacia la materia. En conjunto, los datos señalan que la experiencia de este alumnado con las Ciencias de la Computación tiende a asociarse con sensaciones de disfrute y motivación.

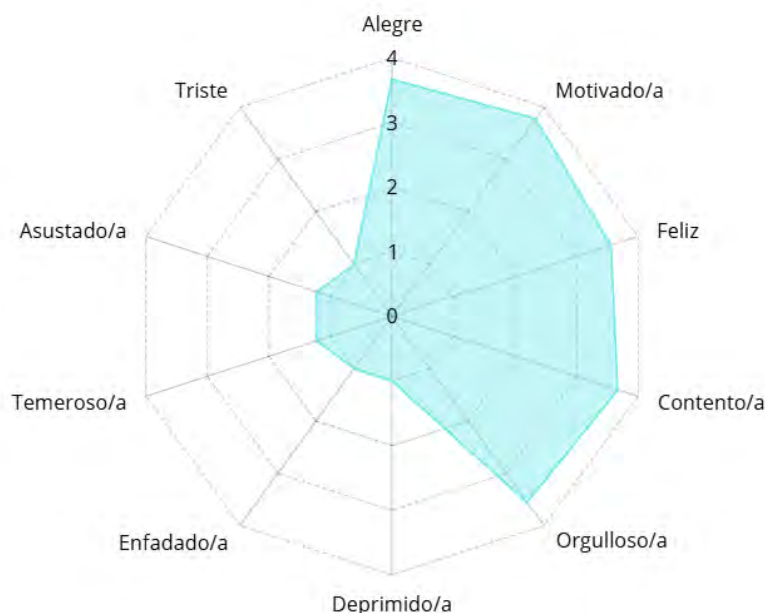


Figura 2. Distribución media de emociones del alumnado en relación con las Ciencias de la Computación

4.3 Importancia de las Ciencias de la Computación.

Los resultados muestran puntuaciones altas en todos los ítems vinculados a la importancia de las Ciencias de la Computación (véase la Tabla 2), con medias entre 3,44 y 4,33. El alumnado reconoce que esta disciplina resulta esencial en la vida cotidiana, que su enseñanza en las aulas es relevante y que debería potenciarse con una mayor presencia educativa. Este consenso evidencia una percepción positiva y generalizada sobre el valor formativo y social de la computación, lo cual constituye un punto de partida sólido para su integración curricular.

Tabla 2. Percepción del alumnado sobre las Ciencias de la Computación: importancia, interés y perspectiva de género

Dimensión	Ítems	Media (M)
Importancia de las Ciencias de la Computación	Las Ciencias de la Computación hacen que todo funcione mejor	4,11
	Las Ciencias de la Computación son muy importantes en la vida	3,89
	Las clases de Ciencias de la Computación son importantes	3,89
	Todo el mundo necesita las Ciencias de la Computación	3,44
	Debería haber más educación sobre Ciencias de la Computación	4,33
Interés y proyección futura	Probablemente elegiré un trabajo relacionado con las Ciencias de la Computación	3,11
	Si hubiera actividades extra-escolares de Ciencias de la Computación me apuntaría seguro	3,11
	Disfrutaría de un trabajo relacionado con las Ciencias de la Computación	3,44
	Me gustaría cursar una carrera relacionada con las Ciencias de la Computación en el futuro	3,00
	Trabajar en Ciencias de la Computación sería interesante	4,00
Perspectiva de género y estereotipos	Los chicos pueden hacer cosas prácticas mejor que las chicas	1,11
	Los chicos saben más acerca de Ciencias de la Computación que las chicas	1,11
	Los chicos son más capaces de hacer trabajos de Ciencias de la Computación que las chicas	1,11

4.4. Interés y proyección futura

En lo relativo al interés y a la perspectiva de futuro, los valores medios se sitúan entre 3 y 4 (véase la Tabla 2), lo que refleja una predisposición favorable hacia continuar vinculados a la disciplina, ya sea mediante actividades extraescolares, estudios universitarios o un futuro profesional en el área. Destaca especialmente la valoración positiva sobre la idea de que trabajar en Ciencias de la Computación sería interesante ($M = 4,00$). No obstante, la intención de cursar una carrera relacionada obtiene una media algo más moderada ($M = 3,00$), lo que sugiere que, aunque existe un interés claro, todavía es necesario reforzar la orientación académica y profesional en este ámbito.

En particular, también se le pregunta al alumnado sobre en qué medida le interesa o interesaría aplicar las Ciencias de la Computación a diferentes ámbitos del conocimiento. Tal y como se refleja en la Figura 3, el ámbito que despierta mayor interés es el de Científico-Tecnológico, seguido del campo de las Ciencias de la Salud.

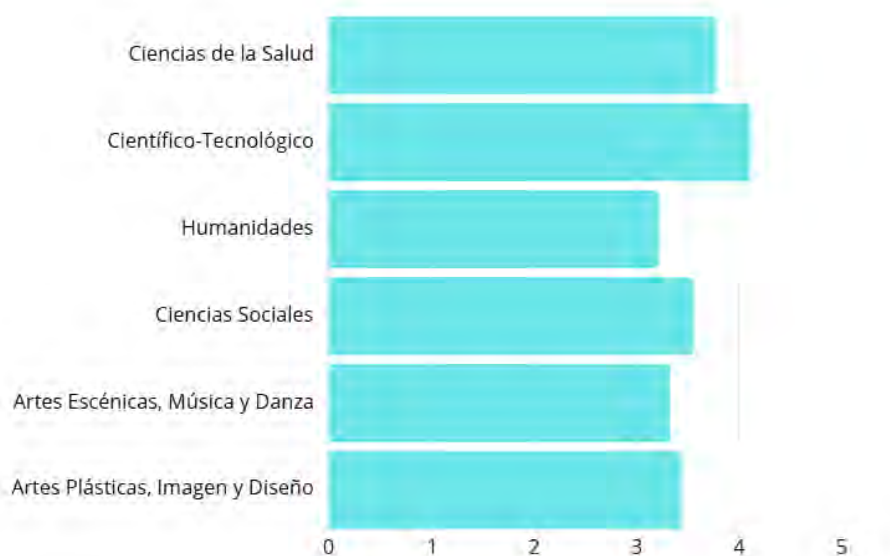


Figura 3. Preferencias medias del alumnado en distintas áreas académicas para aplicar Ciencias de la Computación

4.5. Perspectiva de género y estereotipos

En lo referente a los estereotipos de género (véase la Tabla 2), las puntuaciones obtenidas son muy bajas ($M = 1,11$ en los tres ítems), lo que indica un nivel prácticamente nulo de acuerdo con la idea de que los chicos tendrían mayor capacidad, conocimiento o habilidad práctica que las chicas en Ciencias de la Computación. Estos resultados reflejan una percepción igualitaria en el grupo estudiado y apuntan a un contexto educativo libre de sesgos de género significativos en relación con la disciplina.

DISCUSIÓN

Los resultados sobre interés y proyección futura reflejan una actitud positiva y un reconocimiento generalizado de la relevancia de las Ciencias de la Computación. El alumnado valora esta disciplina como esencial en la vida cotidiana y manifiesta interés por aplicarla en diferentes ámbitos del conocimiento, destacando especialmente el contexto científico-tecnológico y, en menor medida, el de las Ciencias de la Salud. Estos hallazgos sugieren que las experiencias formativas desarrolladas han contribuido a ampliar la comprensión del potencial transversal de las Ciencias de la Computación y especialmente del PC, gracias al cual han podido resolver computacionalmente un problema matemático para nada trivial. Mediante esta conexión del PC con otras áreas curriculares se ha promovido una visión integradora del aprendizaje STEM, alcanzando así el objetivo O1 del proyecto. En cuanto al objetivo O2, centrado en mejorar la formación de los futuros docentes, de momento no se ha realizado la intervención con alumnado de Educación pero ya se ha diseñado un paquete de actividades que permite a los tutores EsTalMat integrar los fundamentos del PC en la enseñanza de las Matemáticas.

En cualquier caso, el alumnado EsTalMat que ha hecho uso de estos materiales ha mostrado un nivel intermedio de autoeficacia, indicativo de una confianza emergente en sus propias capacidades para aprender sobre Ciencias de la Computación y que entendemos que debe ir en línea con la validez y calidad de las propuestas formativas diseñadas pues la mayor del alumnado no tenía formación previa en el ámbito de la programación en Python. Además, la predominancia de emociones positivas como la motivación, la alegría y la satisfacción evidencia un entorno de aprendizaje favorable, que potencia la implicación activa y la disposición hacia la integración de nuevos enfoques metodológicos. En lo referente al objetivo O3, orientado a atender la diversidad y fomentar el talento matemático, los resultados muestran un panorama alentador. La ausencia de estereotipos de género sugiere que el alumnado percibe las Ciencias de la Computación como un ámbito inclusivo, libre de sesgos y accesible para todos. Este aspecto, junto con el interés expresado por continuar explorando la disciplina, refuerza la idea de que el PC puede actuar como un catalizador del talento y la creatividad en el aula.

Por último, resulta necesario profundizar en el análisis de las limitaciones metodológicas del estudio, que deben ser consideradas para una interpretación adecuada de los resultados. En primer lugar, el tamaño muestral reducido limita la representatividad de los hallazgos y, por tanto, la posibilidad de generalizarlos a otros contextos educativos. Del mismo modo, el diseño no experimental y la ausencia de un grupo control impiden establecer relaciones causales firmes entre la intervención y los efectos observados, por lo que los resultados deben entenderse en términos de tendencias o indicios de cambio más que de evidencias concluyentes. Además, la falta de medidas objetivas de rendimiento en Ciencias de la Computación restringe el análisis a percepciones y autoinformes del alumnado, lo que puede introducir sesgos asociados a la autoevaluación. Aun con estas limitaciones, consideramos que el estudio ofrece un punto de partida interesante y exploratorio que contribuye a mejorar la integración de las Ciencias de la Computación en el currículo educativo.

CONCLUSIONES Y TRABAJOS FUTUROS

Este trabajo confirma la viabilidad de integrar el PC en Matemáticas mediante una metodología de aprendizaje-servicio, articulando un entorno colaborativo entre estudiantes universitarios y alumnado de Educación Secundaria con alto estímulo matemático. En esta fase del proyecto ha resultado fundamental la incorporación de la metodología de aprendizaje-servicio, ya que permite que estudiantes que recientemente cursaron Educación Secundaria y que cuentan con un especial interés por las Matemáticas, se conviertan en agentes activos del aprendizaje de otros. Esta dinámica no solo favorece la transferencia de conocimientos técnicos y experiencias cercanas en el ámbito educativo, sino que también potencia la motivación y el compromiso social del alumnado implicado. Por otro lado, se ha respaldado la integración de las Ciencias de la Computación en el currículo de Matemáticas, incluyendo contenidos relacionados con la resolución de problemas mediante los elementos básicos del pensamiento computacional: abstracción, descomposición, identificación de patrones, diseño de algoritmos y depuración. Además, el proceso de resolución del problema ha sido materializado mediante la implementación de un programa informático que resuelve satisfactoriamente el problema planteado. Es evidente que para conseguir una integración efectiva de las Ciencias de la Computación en otras áreas curriculares, la formación docente específica y un acompañamiento adaptado a las circunstancias de cada ámbito y etapa educativa es primordial. En este sentido creemos que la propuesta de un ecosistema de elaboración de materiales basado en el aprendizaje-servicio es una opción prometedora. De cara al futuro, sería conveniente profundizar en la evaluación del impacto de este tipo de experiencias a largo plazo. Asimismo, la ampliación del número de participantes y la diversificación de los contextos educativos permitirían validar la eficacia del enfoque y avanzar hacia modelos más sostenibles y transferibles de integración de las Ciencias de la Computación en la educación.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado a través del proyecto *“Estímulo del Talento Matemático a través del Pensamiento Computacional: un enfoque basado en el aprendizaje-servicio”* en el marco de la convocatoria de proyectos de innovación educativa, en la modalidad de equipos de trabajo conjuntos entre profesorado de la Universidad de Laguna y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria para los cursos académicos 2024-2025 y 2025-2026.

REFERENCIAS

1. S. Bocconi, A. Chiocciariello, P. Kampylis, V. Dagienė, P. Wastiau, K. Engelhardt, J. Earp, M. Horvath, E. Jasutė, C. Malagoli, V. Masiulionytė-Dagienė y G. Stupurienė, Reviewing computational thinking in compulsory education, Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2022.
2. N. Polanco Padrón, S. Ferrer Planchart y M. Fernández Reina, «Aproximación a una definición de Pensamiento Computacional,» *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, vol. 24, nº 1, pp. 55-76, 2021.
3. Gobierno de Canarias, *Decreto 211/2022, de 10 de noviembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias*, Boletín Oficial de Canarias, 2022.
4. Gobierno de Canarias, *Decreto 30/2023, de 16 de marzo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias*, Boletín Oficial de Canarias, 2023.
5. Gobierno de España, *Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria*, Boletín Oficial Del Estado, 2022.
6. Gobierno de España, *Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria*, Boletín Oficial Del Estado, 2022.
7. M. Román-González, J. Pérez-González y C. Jiménez-Fernández, «Which cognitive abilities underlie computational thinking? Criterion validity of the Computational Thinking Test,» *Computers in Human Behavior*, nº 72, pp. 678-691, 2017.
8. Gobierno de Canarias, «Proyecto: ESTALMAT Canarias,» [En línea]. Available: <https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/programas-redes-educativas/redes-educativas/red-canarias-innovas/steam/convocatorias/proyecto-stalmat-canarias/index.html>. [Último acceso: 25 Septiembre 2025].
9. Aula Cultural de Pensamiento Computacional, «Aula Cultural de Pensamiento Computacional,» [En línea]. Available: <https://sites.google.com/a/ull.edu.es/pensamiento-computacional/>. [Último acceso: 25 Septiembre 2025].
10. G. Miranda, H. Bonache, E. Callejas, E. Segredo y C. León, «Currículum de Ciencias de la Computación: instrumentos de diagnóstico,» Zenodo, 2023.
11. G. Miranda, E. Segredo, C. León, R. Arnay del Arco, H. Bonache Recio, I. Castilla Rodríguez, R. Herrero-Álvarez, C. Ramos-Domínguez, C. Rodríguez-León y P. Toledo Delgado, «Currículum de Ciencias de la Computación en Canarias,» de *VII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación (CINAIC 2023)*, Madrid, 2023.
12. J. Castaño Muñoz, L. Weikert García y C. Herrero Ramila, «Analysing the digital capacity of Spanish schools using SELFIE: An early diagnosis for a better response to COVID and beyond,» Publications Office of the European Union, 2021.
13. S.-C. Kong, M. M. Chiu y M. Lai, «A study of primary school students' interest, collaboration attitude, and programming empowerment in computational thinking education,» *Computers & Education*, nº 127, pp. 178-189, 2018.
14. R. Sanmartín, M. Vicent, C. González, C. J. Inglés, Á. Díaz-Herrero, L. Granados y J. M. García-Fernández, «Positive and Negative Affect Schedule-Short Form: Factorial Invariance and Optimistic and Pessimistic Affective Profiles in Spanish Children,» *Frontiers in Psychology*, nº 9, p. 392, 2018.
15. J. del Olmo-Muñoz, R. Cózar-Gutiérrez y J. A. González-Calero, «Promoting second graders' attitudes towards technology through computational thinking instruction,» *International Journal of Technology and Design Education*, vol. 32, nº 4, pp. 2019-2037, 2022.
16. E. C. Oliveira, R. C. M. Correia y R. A. Bittencourt, «Evaluating a Computational Thinking and Computing Attitudes Instrument for Educational Purposes,» de *2021 IEEE Global Engineering Education Conference*, Online, 2021.

Cuestionarios virtuales y en papel como estrategia TAC en el área de Biología Celular

María del Mar Romero-Alemán^a[0000-0002-7987-5509], María del Pino Quintana Montesdeoca^b[0000-0003-1276-7594], Aida Elizabeth Córdoba Lanús^c[0000-0001-5534-8280], Nuria Esther Cabrera Benítez^a[0009-0008-7352-1815] y Paula Tejera^c[0000-0002-0317-890X]

^aDepartamento de Morfología. Facultad de Ciencias de la Salud. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España; ^bDepartamento de Matemáticas. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. España; ^cDepartamento de Bioquímica, Microbiología, Biología Celular y Genética. Facultad de Ciencias. Universidad de La Laguna. España.

RESUMEN

Este estudio cuasiexperimental, analítico y longitudinal comparó el impacto de tres tipos de cuestionarios de refuerzo en la retención del conocimiento y en la satisfacción del estudiantado ($n=354$) en asignaturas del área de Biología Celular de los Grados en Medicina, Ingeniería Biomédica (ULPGC) y en Biología (ULL) durante el curso académico 2024–2025. Los cuestionarios no gamificados Moodle (M), gamificados Quizizz (Q) y en papel (P) se asignaron aleatoriamente a grupos independientes. Cada cuestionario contenía 10 preguntas tipo test a realizar en 10 minutos después de determinadas clases prácticas (t_0) y a los 30 días (t_{30}). Los grupos M y Q recibieron retroalimentación inmediata; el grupo P, diferida. Se utilizó el programa Jamovi 2.3.24. para analizar los porcentajes medios de aciertos en t_0 , t_{30} y en el examen final, así como para comparar valoraciones (0–10) del estudiantado sobre su percepción. No se hallaron diferencias significativas en las puntuaciones en t_0 . En cambio, el grupo M obtuvo puntuaciones significativamente mayores ($p < 0.001$, $\varepsilon^2 = 0.08$) que Q y P en t_{30} . La progresión entre t_0 y t_{30} mejoró en los grupos M ($p < 0.001$; $r=0.59$) y Q ($p=0.002$; $r=0.33$). En el examen final, el grupo M también superó a P ($p=0.007$, $\varepsilon^2=0.03$). En general, no se encontraron diferencias según género. Las clases reforzadas con cuestionarios fueron mejor valoradas que las tradicionales ($p < 0.001$; $r=0.74$, efecto grande). Se concluye que los formatos virtuales, especialmente Moodle, resultan eficaces para favorecer el aprendizaje y mejorar la satisfacción del estudiantado.

Palabras clave: evaluación formativa, cuestionarios virtuales, gamificación, refuerzo, satisfacción

1. INTRODUCCIÓN

Los contenidos de Biología Celular e Histología son básicos en los planes de estudio de las titulaciones de Ciencias y Ciencias de la Salud. Su enseñanza tradicional combina clases magistrales con prácticas de laboratorio, en las que principalmente se utiliza microscopía óptica.

La evaluación formativa mediante cuestionarios se ha consolidado como una estrategia eficaz para potenciar la retención del conocimiento. Este efecto, conocido como *testing effect*, se fundamenta en la retroalimentación activa de la información y ha sido ampliamente respaldado por la literatura empírica [1–3]. A diferencia del repaso pasivo, las evaluaciones breves y periódicas favorecen la motivación intrínseca del estudiantado [4], permiten consolidar el aprendizaje y facilitar su transferencia a nuevas situaciones, contribuyendo así a una comprensión más duradera y significativa [5,3].

Respecto a la evaluación formativa digital, la gamificación ha ganado popularidad, con plataformas como Kahoot!™ y Quizizz (ahora conocida como Wayground), ampliamente utilizadas durante y después de la pandemia de COVID-19. Estas plataformas se caracterizan por integrar mecánicas y elementos lúdicos (como puntos, niveles y retroalimentación inmediata) para mejorar la participación, el disfrute y el compromiso estudiantil [6–8]. Aunque

la gamificación suele aumentar la motivación, aún existe escasa evidencia sobre su impacto real en la retención del conocimiento [4,9–11], lo que dificulta establecer relaciones causales sólidas [12].

El género desempeña un papel modulador en diversos aspectos de la memoria [13,3]. En el caso específico del *testing effect*, los resultados disponibles respecto a la influencia del género son escasos y, en muchos casos, inconsistentes. Algunas revisiones sistemáticas han señalado la ausencia de un análisis desagregado por género en una parte importante de los estudios primarios o la presencia de hallazgos contradictorios [3], lo que limita el alcance de las conclusiones generalizables.

En general, la literatura sobre el tema presenta varias limitaciones metodológicas relevantes, como la escasez de estudios controlados aleatorizados o con grupos control bien definidos [12,14], el uso de tamaños muestrales reducidos sin justificación estadística, y la falta de seguimiento longitudinal que permita evaluar la retención del conocimiento a medio y largo plazo [3,15]. Además, muchos resultados provienen de contextos excepcionales como la pandemia (2020–2022), en un entorno de enseñanza remota forzada que limita la transferibilidad de los hallazgos [10,9,16,17]. Finalmente, se observa escasa atención a la influencia del género en la retención del conocimiento [3].

Ante estas lagunas, el presente estudio propone un diseño cuasiexperimental, analítico y longitudinal, con asignación aleatoria por grupos, para evaluar el impacto de tres tipos de cuestionarios de refuerzo (virtual gamificado, virtual no gamificado y en papel) en la retención del conocimiento (inmediata y a 30 días) y en el rendimiento académico final del estudiantado en la convocatoria ordinaria. Además, se incorpora el análisis según género para ofrecer una visión más contextualizada. Los objetivos específicos de este estudio son los siguientes:

- O1. Evaluar el impacto del tipo de cuestionario en la retención de conocimientos en el momento inicial (t0) y a medio plazo (t30) y en el rendimiento académico (examen final, convocatoria ordinaria).
- O2. Comparar la progresión temporal de la retención del conocimiento según el tipo de cuestionario.
- O3. Analizar la influencia del género en la experiencia de aprendizaje.
- O4. Comparar la percepción del estudiantado en función del tipo de refuerzo y género.

La principal novedad radica en confrontar el potencial de la gamificación para favorecer el progreso del aprendizaje, en comparación tanto con el método tradicional en papel como con otras alternativas virtuales no gamificadas, como Moodle, ampliamente utilizado como sistema de gestión del aprendizaje en instituciones educativas a nivel mundial. Su propósito es contribuir al debate académico y apoyar la toma de decisiones pedagógicas basadas en datos, promoviendo así un diseño instruccional más eficaz en entornos de educación superior, tanto híbridos como presenciales.

2. METODOLOGÍA

2.1 Participantes

La intervención se implementó entre septiembre de 2024 y mayo de 2025 (Figura 1) en una población conjunta de 430 matriculados en los grados en Medicina e Ingeniería Biomédica en la ULPGC y en el Grado en Biología en la ULL. Se determinó la asistencia regular mediante la media de los registros de las sesiones en la aplicación institucional de asistencia. Una muestra de 354 voluntarios (82,32%), 83,33% de nuevo ingreso, 69,12% mujeres participó en el estudio (Tablas 1 y 2) realizando más del 50% de los cuestionarios propuestos. El estudiantado que completó menos del 50% de los cuestionarios fue excluido. A partir de los registros en las plataformas Moodle y Quizizz se obtuvo el porcentaje de cuestionarios realizados en relación con los propuestos. Las diferencias en las proporciones de las variables categóricas (Tabla 2) se debieron al predominio de mujeres en los estudios de Ciencias de la Salud (variable género) y al mayor número de matrículas ofertadas en dicha rama (Tabla 1). Un total de 236 participantes respondieron una encuesta anónima sobre su percepción de la experiencia. De ellos, 107 encuestados aportaron, además, comentarios abiertos acerca de la misma.

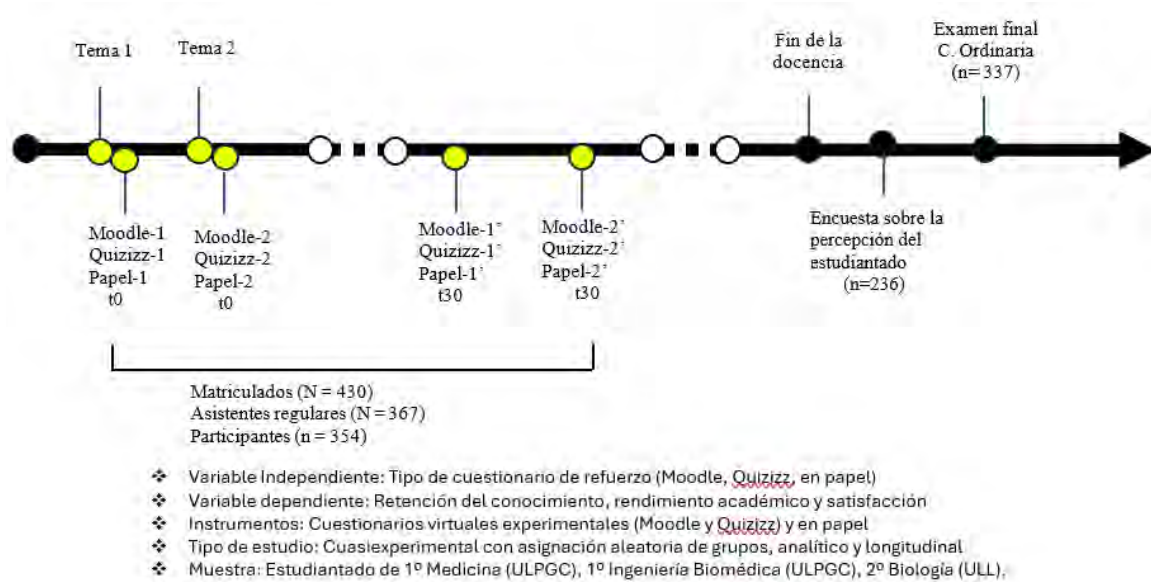


Figura 1: Diseño del estudio en escala temporal durante el curso académico 2024-2025. El estudiantado, dividido en tres grupos independientes, realizó un tipo de cuestionario de refuerzo al finalizar determinados temas (t0) (Moodle-1, Quizizz-1, o Papel-1). Los cuestionarios se repitieron 30 días después (t30) (Moodle-1', Quizizz-1', o Papel-1') para valorar la retención de conocimientos a medio plazo. Tras finalizar las clases se realizó una encuesta sobre la percepción de la experiencia por parte del estudiantado. Los resultados obtenidos en el examen final relacionado con los temas reforzados sirvieron de indicador del rendimiento académico.

Tabla 1. Detalles de las asignaturas, contenidos del ámbito de Biología Celular/Histología reforzados en los cuestionarios.

Universidad/Grado/Asignatura	Temas reforzados	n	Asistencia regular	Matriculados
ULL/Biología/BT	1.- Procesamiento histológico	58	58	80
ULPGC/Medicina/BCCS	2.- Uso del Microscopio	117	129	150
ULPGC/Medicina/BCCS	3.- Tejido epitelial			
ULPGC/Medicina/FIB	4.- Tejido conectivo propio	138	138	150
ULPGC/Medicina/FIB	5.- Cartilago y Hueso			
ULPGC/Medicina/FIB	6.- Sangre			
ULPGC/Ingeniería Biomédica/BCT	7.- Método Científico	41	42	50
ULPGC/Ingeniería Biomédica/BCT	8.- Electroforesis de Ac. Nucleicos			
TOTAL		354	367	430
BCCS: Biología para Ciencias de la Salud (Citología e Histología); BCT: Biología Celular y Tissular; BT: Biología Tissular: Histología animal y vegetal. FIB: Fundamentos de la Investigación Biológica.				

Tabla 2. Datos descriptivos de las variables consideradas en el estudio.

Variable	Categorías	n (%)	p-valor
Género (n= 353)	Mujer	244 (69.12)	< 0.001
	Hombre	109 (30.88)	
Asignaturas (n=354)	ULL/Biología/BT	58 (16.38)	< 0.001
	ULPGC/Medicina/BCCS	117 (33.05)	
	ULPGC/Medicina/FIB	138 (38.98)	
	ULPGC/I. Biomédica/BCT	41 (11.58)	
Tipo de Cuestionario (n= 354)	Moodle	119 (33.62)	0.006
	Quizizz	93 (26.27)	
	Papel	142 (40.11)	
La columna p-valor indica diferencias significativas en la proporción de las categorías de cada variable.			

2.2 Instrumentos y procedimiento

La intervención se integró en la actividad académica habitual. Se utilizó un diseño cuasiexperimental con asignación aleatoria por grupos, pero no a nivel individual, ya que la institución organizó a los estudiantes matriculados en grupos predefinidos. A cada grupo se le asignó aleatoriamente una de las tres condiciones experimentales. La aleatorización grupal se implementó con el objetivo de minimizar el sesgo de selección y fortalecer la validez interna del estudio.

Se asignaron tres tipos de cuestionarios individuales: virtual no gamificado tipo Moodle (M), virtual gamificado tipo Quizizz (Q) y en formato papel (P), como estrategia de refuerzo para una parte específica de los contenidos de las asignaturas (ver Tabla 1). El resto de los contenidos fue abordado mediante clases tradicionales sin actividades de refuerzo. Al finalizar determinadas unidades temáticas, se aplicó el cuestionario de refuerzo inicial correspondiente, en el momento t0. La elección de este momento inicial se fundamentó en evidencias que indican una mayor efectividad cuando el refuerzo se aplica tras la clase, en comparación con su implementación previa [3]. La misma actividad se repitió a los 30 días (t30) con el objetivo de analizar la progresión de la retención del conocimiento.

Cada cuestionario constaba de 10 preguntas de opción múltiple con un tiempo límite de 10 minutos. El orden de las preguntas y de las opciones de respuesta se programó de manera aleatoria en los entornos virtuales. Los tres formatos de cuestionario abordaban los mismos contenidos y presentaban las mismas preguntas y tiempo de resolución. El estudiantado utilizó dispositivos electrónicos de uso habitual (teléfono móvil, PC o tablet) para responder a los cuestionarios virtuales.

Los cuestionarios en papel fueron generados mediante la herramienta de cuestionarios escaneables offline de Moodle, lo que permitió su corrección automatizada. La retroalimentación fue inmediata para los cuestionarios virtuales y diferida para el grupo que respondió en papel. La plataforma institucional Moodle también permitió compartir materiales didácticos con el estudiantado, establecer foros virtuales para la resolución de dudas y comentarios, así como enlazar el acceso a los cuestionarios virtuales.

Los resultados obtenidos por el estudiantado de los grupos M, Q y P en el examen final de la convocatoria ordinaria (en las preguntas relacionadas con los temas reforzados) se utilizaron como indicador del posible impacto de la intervención sobre el rendimiento académico. El formato de dichas preguntas (tipo test, preguntas cortas, etc.) estaba previamente definido en el proyecto docente de cada asignatura.

Una vez finalizadas las clases de cada asignatura, los participantes fueron invitados a completar una encuesta anónima en línea, creada en la plataforma Moodle. La encuesta consistía en una valoración numérica (0 a 10), donde 0 representaba la experiencia menos satisfactoria posible y 10 la más satisfactoria, en relación con las clases reforzadas con cuestionarios y las clases tradicionales no reforzadas. Además, incluía un apartado de respuesta abierta, en el que los participantes podían compartir libremente sus impresiones, observaciones o sugerencias sobre su percepción de las clases reforzadas con cuestionarios.

2.3 Análisis de datos

Se utilizó el programa GRANMO, versión 8 [18], para determinar el tamaño de muestra mínimo que se requiere para estimar el porcentaje de respuestas correctas. Se considera, para ello, un tamaño poblacional de $N=430$ estudiantes, con un nivel de confianza del 95%, una precisión de $\pm 2,5$ unidades porcentuales, un porcentaje poblacional que se prevé que sea alrededor del 50% y una tasa de pérdidas de seguimiento del 15%, resultando así $n=348$ individuos.

La retención del conocimiento se evaluó mediante el porcentaje medio de respuestas correctas obtenidas en los tres tipos de cuestionarios aplicados en los dos momentos de medición (t0 y t30). Por otro lado, el porcentaje medio de aciertos en las preguntas relacionadas con los temas reforzados se utilizó como una aproximación al rendimiento académico en el examen final (convocatoria ordinaria).

El análisis estadístico se realizó con el programa JAMOV v.2.3.28 [19]. Las variables categóricas se resumieron mediante frecuencias y porcentajes, y se analizaron con las pruebas no paramétricas Binomial y Chi-cuadrado de bondad de ajuste. Las asociaciones entre variables categóricas se evaluaron con la Chi-cuadrado o el test exacto de Fisher. Las variables numéricas se describieron con media y desviación estándar (DE) o con mediana y rango intercuartílico (RIC), según cumplimiento o no de la normalidad, respectivamente. Los criterios de normalidad fueron evaluados mediante Kolmogórov-Smirnov o Shapiro-Wilk. Para comparar la media de una muestra con un

valor de referencia se recurrió a la prueba de t de Student o a la prueba no paramétrica W de Wilcoxon, según cumplimiento o no de criterios de normalidad. Para la comparación entre dos grupos independientes, se aplicaron las pruebas t de Student o U de Mann-Whitney, según cumplimiento o no de criterios de normalidad. En el caso de muestras emparejadas, se utilizaron la t de Student para muestras relacionadas o la prueba de Wilcoxon. Para la comparación de más de dos grupos, se emplearon los tests ANOVA o Kruskal-Wallis, y las comparaciones post hoc se realizaron mediante los procedimientos de Tukey o DSCF (Dwass-Steel-Critchlow-Fligner). Los resultados se consideraron estadísticamente significativos cuando el valor de $p < 0.05$. Asimismo, en el programa JAMOV se obtuvo el tamaño del efecto correspondiente a los análisis realizados, cuya interpretación se basó en recomendaciones específicas del ámbito de la educación [20]. Brevemente: En la prueba U de Mann-Whitney para dos muestras independientes y Wilcoxon para dos muestras relacionadas, el tamaño del efecto se obtuvo mediante la correlación biserial por rangos (r) y se interpretó como muy pequeño si < 0.10 , pequeño entre 0.10 y 0.29, moderado entre 0.30 y 0.49, y grande si ≥ 0.50 . En la prueba t de Student para dos grupos independientes o relacionados, el tamaño del efecto (d de Cohen) se interpretó como muy pequeño si < 0.20 , pequeño entre 0.20 y 0.49, moderado entre 0.50 y 0.79, y grande si ≥ 0.80 . En la Prueba de Kruskal-Wallis para más de dos muestras independientes el tamaño del efecto epsilon al cuadrado (ϵ^2) se interpretó como muy pequeño si < 0.01 , pequeño entre 0.01 y 0.05, moderado entre 0.06 y 0.13, y grande si ≥ 0.14 .

3. RESULTADOS

Los datos globales, considerando todos los tipos de cuestionarios ($n=354$) en cada momento de evaluación, revelaron un porcentaje medio de respuestas correctas significativamente superior al 50% con tamaño del efecto grande en t0 ($r = 0.65$) y t30 (d-Cohen = 0.88). Además, se observó un incremento significativo en t30 respecto a t0 ($p < 0.001$, $r = 0.33$), con un tamaño del efecto moderado (Tabla 3, muestra global).

3.1 O1. El grupo Moodle destaca en retención de conocimiento a medio plazo (t30) y en el rendimiento académico en el examen final (convocatoria ordinaria)

En t0, el porcentaje medio de respuestas correctas no presentó diferencias estadísticamente significativas entre los tres grupos (Tabla 3). En t30, el grupo M alcanzó un porcentaje medio de aciertos significativamente superior en comparación con los grupos Q y P ($p < 0.001$; $\epsilon^2 = 0.08$). El tipo de cuestionario explicó el 8 % de la variabilidad de los rangos en t30, lo que representa un efecto de magnitud moderada (Tabla 3). Las comparaciones post hoc por pares confirmaron diferencias significativas en t30 entre los grupos M y Q ($p = 0.005$), así como entre M y P ($p < 0.001$). No se encontraron diferencias significativas entre los grupos Q y P ($p=0.185$). En consecuencia, el uso del cuestionario Moodle muestra ventaja en términos de retención del conocimiento a medio plazo (Tabla 3).

En el examen final, se observaron diferencias significativas en las puntuaciones obtenidas por los temas reforzados según el grupo, con tamaño del efecto pequeño ($p=0.007$; $\epsilon^2 = 0.03$). El análisis post hoc por pares reveló diferencias significativas entre el grupo M y P ($p=0.006$) (Tabla 3).

Tabla 3: Análisis del porcentaje de respuestas correctas, tanto global como por grupos, en los dos momentos de refuerzo (t0 y t30) y en el examen final (resultados en temas reforzados). En la columna "Grupo", los pares de letras iguales en superíndice (a, b, c) indican diferencias significativas entre grupos.

Grupo	Momento	n	Perdidos	% Respuestas correctas		p-valor
				Media (DE)	Mediana (RIC)	
Global	t0	354	0	59.78 (15.04)	60.90 (20.00) †	< 0.001 ‡
	t30	354	0	64.78 (16.80) †	65.70 (23.20)	
Moodle	t0 (n=354)	119	0	60.48 (16.52)	63.33 (20.63)	0.507
Quizizz		93	0	58.32 (15.86)	60.00 (20.00)	
Papel		142	0	60.16 (13.10)	61.07 (14.74)	
Moodle ^{a,b}	t30 (n=354)	119	0	71.00 (19.26)	73.33 (26.02)	< 0.001*
Quizizz ^a		93	0	63.33 (16.72)	64.84 (26.67)	
Papel ^b		142	0	60.52 (12.70)	61.39 (18.95)	
Moodle ^c	Ex final (n=337)	113	6	72.19 (22.11)	80.00 (25.50)	0.007**
Quizizz		90	3	65.04 (25.75)	72.33 (35.87)	
Papel ^c		134	8	58.99 (29.59)	62.50 (47.00)	

† Porcentaje de aciertos significativamente > 50% con efecto grande ($r=0.65$ en $t0$; $d\text{-Cohen} = 0.88$ en $t30$)
‡ $r = 0.33$ (efecto moderado)
^a Comparación Moodle-Quizizz ($p=0.005$).
^b Comparación Moodle-Papel ($p < 0.001$).
^c Comparación Moodle-Papel ($p=0.006$).
* $e^2 = 0.08$ (efecto moderado)
** $e^2 = 0.03$ (efecto pequeño)
DE: Desviación estándar; n: tamaño muestral; r: correlación biserial de rangos; RIC: rango intercuartílico.

3.2 O2. Los grupos Moodle y Quizizz presentan mejoras significativas en t30 frente al grupo Papel

El análisis de las diferencias en el porcentaje medio de respuestas correctas entre $t0$ y $t30$, según el tipo de cuestionario, permitió evaluar el progreso en la retención del conocimiento en cada grupo (Tabla 4). Se observó un aumento significativo en el porcentaje medio de aciertos en $t30$ en comparación con $t0$ en los grupos M ($p < 0.001$; $r = -0.59$) y Q ($p = 0.002$; $r = -0.33$). Sin embargo, el análisis estadístico en el grupo Papel no evidenció cambios significativos.

Tabla 4: Comparación entre los momentos $t0$ y $t30$ de cada grupo.

Grupo	Momento	n	% Respuestas correctas		p-valor
			Media (DE)	Mediana (RIC)	
Moodle	$t0$	119	60.48 (16.52)	63.33 (20.63)	< 0.001*
	$t30$		71.00 (19.26)	73.33 (26.02)	
Quizizz	$t0$	93	58.32 (15.86)	60.00 (20.00)	0.002**
	$t30$		63.33 (16.72)	64.84 (26.67)	
Papel	$t0$	142	60.16 (13.10)	61.07 (14.74)	0.852
	$t30$		60.52 (12.70)	61.39 (18.95)	

* $r = -0.59$ (efecto grande; signo negativo indica retención en $t30 > t0$)
 ** $d\text{-Cohen} = -0.33$ (efecto pequeño; signo negativo indica retención en $t30 > t0$)
 DE: Desviación estándar; n: tamaño muestral; r: correlación biserial de rangos; RIC: rango intercuartílico.

3.3 O3. Influencia del género en la retención del conocimientos y rendimiento académico

No se encontró asociación estadísticamente significativa entre el género y la retención del conocimiento en ninguno de los dos momentos evaluados considerando la muestra global y cada grupo independiente, con la excepción del grupo que realizó el refuerzo en papel en $t30$ (Tabla 5). Tampoco se observaron asociaciones significativas entre el género y el rendimiento académico en el examen final de la convocatoria ordinaria ($p = 0.977$). No se detectó asociación significativa entre género y tipo de cuestionario ($p=0.631$).

Tabla 5: Análisis estadístico de la retención de conocimiento según género en los momentos $t0$ y $t30$ considerando la muestra global y según el tipo de cuestionario. Nótese la ausencia de diferencias significativas, excepto en el grupo Papel en $t30$.

Grupo	Momento	Género	n	Media (DE)	Mediana (RIC)	p-valor
Global	$t0$	Mujer	244	59.89 (15.27)	60.88 (20.00)	0.961
		Hombre	109	59.61 (14.62)	60.97 (19.33)	
	$t30$	Mujer	244	65.64 (16.15)	66.15 (21.85)	0.151
		Hombre	109	62.85 (18.16)	65.00 (21.66)	
Moodle	$t0$	Mujer	82	59.42 (17.32)	60.89 (23.44)	0.259
		Hombre	37	62.84 (14.55)	64.43 (10.00)	
	$t30$	Mujer	82	70.27 (19.61)	72.91 (29.44)	0.642
		Hombre	37	72.63 (18.64)	73.81 (31.00)	
Quizizz	$t0$	Mujer	67	59.15 (15.90)	60.00 (21.00)	0.453
		Hombre	25	56.33 (16.17)	55.00 (20.00)	
	$t30$	Mujer	67	64.36 (15.35)	64.29 (25.24)	0.333
		Hombre	25	60.52 (20.29)	66.67 (22.86)	
Papel	$t0$	Mujer	95	60.82 (12.88)	61.19 (13.34)	0.395

	t30	Hombre	47	58.82 (13.58)	60.00 (19.42)	0.006*
		Mujer	95	62.55 (12.19)	63.13 (17.72)	
		Hombre	47	56.40 (12.85)	56.67 (20.63)	
*d-Cohen: 0.50 (efecto moderado) DE: Desviación estándar; n: tamaño muestral; RIC: rango intercuartílico.						

3.4 O4. Las clases reforzadas mejoran la satisfacción del estudiantado, con un alto grado de concordancia entre géneros.

Globalmente, la encuesta numérica (0–10) sobre la percepción de las clases tradicionales sin refuerzo versus reforzadas reveló valoraciones significativamente más altas para las clases donde se implementó la propuesta de refuerzo, con tamaño del efecto grande ($p < 0.001$; $r = 0.74$). Las valoraciones de las clases tradicionales fueron aceptables y no mostraron diferencias significativas entre grupos ($p = 0.119$, $\epsilon^2 = 0.02$). Las valoraciones de las clases reforzadas presentaron diferencias significativas entre grupos, con un tamaño del efecto pequeño ($p = 0.039$, $\epsilon^2 = 0.03$). No obstante, las comparaciones post hoc DSCF, no revelaron diferencias significativas (Tabla 6). Esta discrepancia puede explicarse por las medianas idénticas (Tabla 6) y sugiere diferencias sutiles y repartidas entre todos los grupos, sin que ninguna comparación destaque.

Globalmente, las valoraciones de las clases tradicionales y reforzadas no mostraron diferencias significativas entre géneros (Tabla 7, grupo global). Tampoco se observaron diferencias significativas en las valoraciones de los grupos Q y P según el género. En cambio, en el grupo M, las clases reforzadas fueron valoradas significativamente mejor por los hombres, con efecto moderado ($p = 0.011$; $r = 0.31$) (Tabla 7).

Tabla 6: Análisis de la percepción del estudiantado mediante encuesta numérica (0-10) sobre las clases tradicionales y reforzadas. En la columna "Grupo", los pares de letras distintos en superíndice (a, b, c) indican diferencias no significativas entre grupos. El análisis 2 muestra las valoraciones de las clases tradicionales, sin cuestionarios de refuerzo, según grupo.

Análisis	Grupo	Clases	n	Media (DE)	Mediana (RIC)	p-valor
1	Global	Tradicionales	236	6.64 (1.71)	7.00 (2.00)	< 0.001*
		Reforzadas	236	7.70 (1.44)	8.00 (2.00)	
2	Moodle	Tradicionales	94	6.74 (1.86)	7.00 (2.00)	0.119
	Quizizz		41	6.21 (1.70)	6.00 (2.00)	
	Papel		101	6.71 (1.54)	7.00 (3.00)	
3	^a Moodle	Reforzadas	94	7.82 (1.52)	8.00 (2.00)	0.04**
	^b Quizizz		41	8.02 (1.25)	8.00 (2.00)	
	^c Papel		101	7.46 1.42)	8.00 (1.00)	
	[*] r=0.74 (efecto grande) ^{**} ϵ^2 =0.03 (efecto pequeño) ^a Comparación Moodle-Quizizz (p=0.830) ^b Comparación Quizizz-Papel (p=0.085) ^c Comparación Moodle-Papel (p=0.096) DE: Desviación estándar; n: tamaño muestral; r: correlación biseriada de rangos; RIC: rango intercuartílico.					

Tabla 7: Análisis estadístico de la valoración numérica de la experiencia según género de las clases tradicionales y reforzadas considerando la muestra global y según el grupo experimental.

Grupo	Clases	Género	n	Media (DE)	Mediana (RIC)	p-valor
Global	Tradicionales	Mujer	165	6.62 (1.83)	7.00 (3.00)	0.983
		Hombre	71	6.68 (1.40)	7.00 (1.00)	
	Reforzadas	Mujer	165	7.62 (1.50)	8.00 (1.00)	0.164
		Hombre	71	7.89 (1.30)	8.00 (2.00)	
Moodle	Tradicionales	Mujer	62	6.70 (2.04)	7.00 (2.75)	0.838
		Hombre	32	6.81 (1.46)	7.00 (1.00)	
	Reforzadas	Mujer	62	7.55 (1.72)	8.00 (1.00)	0.011*

		Hombre	32	8.34 (0.79)	8.00 (1.00)	
Quizizz	Tradicionales	Mujer	34	6.17 (1.79)	6.00 (2.00)	0.717
		Hombre	7	6.43 (1.27)	6.00 (0.50)	
	Reforzadas	Mujer	34	8.00 (1.33)	8.00 (2.00)	0.886
		Hombre	7	8.14 (0.90)	8.00 (1.50)	
Papel	Tradicionales	Mujer	69	6.77 (1.62)	7.00 (3.00)	0.521
		Hombre	32	6.59 (1.39)	6.50 (2.00)	
	Reforzadas	Mujer	69	7.49 (1.34)	8.00 (1.00)	0.732
		Hombre	32	7.38 (1.60)	7.50 (1.25)	
*r=0.31 (efecto moderado)						
DE: Desviación estándar; n: tamaño muestral; r: correlación biseriada de rangos; RIC: rango intercuartílico.						

El análisis de los comentarios abiertos ($n = 107$) reveló una percepción mayoritariamente positiva por parte del estudiantado hacia el uso de cuestionarios de refuerzo en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La mayoría de los participantes señalaron que los cuestionarios contribuyeron a afianzar conocimientos, detectar errores y mejorar la comprensión de los contenidos. Asimismo, se destacó su valor como estrategia para el repaso inmediato, la autoevaluación y la motivación para seguir el ritmo de clase. No obstante, también se identificaron ámbitos de mejora recurrentes. Entre las críticas más frecuentes se encuentran las limitaciones del formato en papel (errores de escaneo, calidad de imágenes, falta de instrucciones claras sobre el número de respuestas posibles, ausencia de retroalimentación posterior), restricciones de tiempo de los cuestionarios y preferencia por formatos digitales interactivos con la posibilidad de realizar los cuestionarios desde casa, con acceso abierto para repasar.

4. DISCUSIÓN

El porcentaje medio de respuestas correctas significativamente superior al 50% en los momentos de evaluación t_0 y t_{30} con una magnitud del efecto considerable, sugiere que la intervención pedagógica obtuvo un impacto relevante y sostenido en el aprendizaje y que el estudiantado no solo adquirió conocimientos, sino que los retuvo y posiblemente los profundizó con el tiempo. Aunque los efectos son claros, hay que considerar posibles factores de confusión (motivación, dificultad de los cuestionarios, características del estudiantado) y la necesidad de replicar el estudio en diversos contextos.

4.1 Los grupos virtuales muestran mayor progresión cognitiva partiendo de una situación inicial equivalente, destacando el grupo Moodle.

En t_0 no se encontraron diferencias significativas en el porcentaje de respuestas correctas entre los tres grupos. Esto indica que los grupos M, Q y P eran comparables en su retención inicial (Tabla 3), lo que sugiere una asignación aleatoria efectiva y una comparabilidad inicial adecuada entre grupos.

Los dos grupos virtuales, M y Q, mostraron una progresión significativa en las puntuaciones entre t_0 y t_{30} , a diferencia del grupo P (Tabla 4). Estos resultados son coherentes con los obtenidos en un estudio piloto previo, realizado con un único grupo, que comparó ambos formatos virtuales en los mismos momentos [15]. Sin embargo, contrastan con la falta de consenso en la literatura respecto al formato de administración más beneficioso [3]. En la mayoría de los estudios el recurso se aplica antes y/o después de la clase o del tema tratado, es decir, con intervalos de repetición cortos o inexistentes. Las diferencias en el diseño experimental podrían explicar la diversidad de resultados observados.

En t_{30} las puntuaciones del grupo M mostraron ventaja respecto a las obtenidas por los grupos Q y P, con efecto moderado (Tabla 3). En este punto, la mayoría de los estudios que muestran la eficacia de los entornos gamificados en el proceso de aprendizaje suelen carecer de grupo control [21] o presentan comparaciones con entornos tradicionales sin refuerzo [22]. Nuestros hallazgos sugieren que el uso de cuestionarios tipo Moodle, podría ser una estrategia efectiva para mejorar la retención del conocimiento, especialmente en contextos donde la evaluación continua y la retroalimentación son componentes clave del proceso educativo.

El grupo P podría considerarse el grupo control operativo del *testing effect*, al representar el modo tradicional de evaluación formativa sin mediación tecnológica. Los datos globales obtenidos en el presente estudio (Tabla 3, muestra global) se alinean con la efectividad de los cuestionarios reportada en la literatura. La desventaja observada

en el formato en papel podría estar relacionada con el retraso en la retroalimentación y con su limitada capacidad de motivación para las generaciones actuales, habituadas a entornos digitales.

4.2 Cuestionarios de refuerzo y rendimiento académico en el examen final

Nuestros resultados revelan una tendencia del grupo M a mejorar el rendimiento académico en el examen final en comparación con el grupo P. Esta observación debe interpretarse con cautela, ya que solo se analizó la parte del examen relacionada con los contenidos reforzados, el formato de examen difería entre asignaturas, y la magnitud del efecto fue pequeña. No obstante, podría considerarse un hallazgo prometedor, dado que en contextos educativos incluso efectos modestos pueden tener implicaciones relevantes, especialmente cuando las intervenciones son de bajo costo y fácilmente escalables. Esta tendencia debe confirmarse en futuras ampliaciones del presente estudio debido al mayor tamaño muestral del grupo M en comparación con el grupo Q (Tabla 2).

4.3 Cuestionarios de refuerzo y satisfacción del estudiantado

Entre los hallazgos más sólidos del estudio se encuentran las valoraciones de los encuestados significativamente más altas de las clases reforzadas frente a las tradicionales, con un efecto de magnitud notable. Este resultado respalda enfoques pedagógicos basados en el aprendizaje activo, la retroalimentación continua y el uso de herramientas digitales de acceso libre, como los cuestionarios de Moodle. Esta perspectiva se alinea con la literatura previa que destaca el valor de las estrategias instruccionales centradas en la participación y el compromiso del estudiante.

A partir del análisis de los comentarios libres sobre la experiencia, se observó que, de forma general, la percepción del estudiantado respalda la incorporación de cuestionarios como recurso formativo, siempre que se acentúen aspectos clave como la retroalimentación, la accesibilidad digital y la calidad técnica. Estas mejoras podrían maximizar su impacto en el aprendizaje y en la motivación del alumnado.

4.4 Homogeneidad de resultados según género

Los resultados no mostraron diferencias significativas en el porcentaje de aciertos entre hombres y mujeres en ninguno de los momentos evaluados, incluido el examen final. Esto sugiere una retención de conocimientos y un rendimiento académico comparable entre géneros. La literatura, sin embargo, ha documentado una tendencia de los hombres a presentar una mayor variabilidad en tareas de memoria episódica, un tipo de memoria a largo plazo que permite recordar experiencias específicas en un contexto temporal y espacial [13].

La homogeneidad de nuestros resultados según género, tanto en la retención de conocimientos como en la percepción de la experiencia, podría estar relacionada con el predominio de mujeres en la muestra, lo cual fue coherente con el género predominante de los títulos de Ciencias de la Salud, rama de procedencia de la mayoría de los participantes (Tabla 1). La percepción más favorable de los hombres del grupo M hacia las clases reforzadas (Tabla 7) requiere ser confirmada en futuros estudios con una muestra de mayor tamaño.

4.5 Limitaciones del estudio

Este estudio presenta una serie de limitaciones que deben ser consideradas al interpretar los resultados:

- Imposibilidad de asignación aleatoria individual a los grupos de estudio por razones organizativas.
- Limitaciones estadísticas: Las pruebas no paramétricas son robustas, pero menos potentes que las paramétricas limitando la capacidad de detectar diferencias sutiles y controlar múltiples variables simultáneamente.
- Variabilidad del tamaño muestral. Las diferencias entre variables pueden haber afectado la estabilidad de los resultados y reducido la potencia estadística en los grupos con menor representación.
- Medición aproximada del rendimiento académico. El impacto de la intervención en el examen de convocatoria ordinaria se basó en las preguntas sobre los temas reforzados que varió en número y formato entre asignaturas.

En respuesta a estas limitaciones, actualmente se está ampliando el estudio para aumentar el tamaño de la muestra, con el fin de mejorar la potencia estadística y la representatividad de los análisis. Asimismo, se prevé un mayor control en la implementación de las condiciones experimentales, lo que incluye una aplicación más homogénea de los refuerzos entre asignaturas.

5. CONCLUSIONES

- El tipo de cuestionario de refuerzo influye significativamente en la retención del conocimiento y rendimiento académico en la convocatoria ordinaria.
- Los cuestionarios de refuerzo virtuales, especialmente tipo Moodle, son más efectivos que el papel para la retención de conocimientos a medio plazo (30 días) y podrían contribuir al rendimiento académico en el examen final.
- La implementación de los cuestionarios de refuerzo mejora significativamente la satisfacción del estudiantado con el entorno de enseñanza-aprendizaje.
- En general, el género no determina diferencias significativas en la retención de conocimientos, rendimiento académico ni en la percepción de la experiencia.

AGRADECIMIENTOS

Este estudio ha sido financiado por el proyecto PIE-INT 2025-01 (ULL–ULPGC). Los autores agradecen el apoyo fundamental del estudiantado de 1.º de Medicina (ULPGC), 1.º de Ingeniería Biomédica (ULPGC) y 2.º de Biología (ULL) del curso académico 2024–2025, quienes participaron voluntariamente en el estudio. Asimismo, se reconoce la implicación del Grupo de Innovación Educativa GIE-95 BioCel-Innova de la ULPGC en el desarrollo del proyecto.

REFERENCIAS

- [1] Binks, S.: Testing enhances learning: A review of the literatura. *Journal of Professional Nursing* 34(3), 205–210 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.profnurs.2017.08.008>
- [2] Yang, B.W., Razo, J., Persky, A.M.: Using testing as a learning tool. *American Journal of Pharmaceutical Education* 83(9), 1862-1872 (2019). <https://doi.org/10.5688/ajpe7324>
- [3] Yang, C., Luo, L., Vadillo, M.A., Yu, R., Shanks, D.R.: Testing (quizzing) boosts classroom learning: A systematic and meta-analytic review. *Psychological Bulletin* 147(4), 399–435 (2021). <https://doi.org/10.1037/bul0000309>
- [4] Do, M., Sanford, K., Roseff, S., Hovaguimian, A., Besche, H., Fischer, K.: Gamified versus non-gamified online educational modules for teaching clinical laboratory medicine to first-year medical students at a large allopathic medical school in the United States. *BMC Medical Education* 23(1), 959 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04951-5>
- [5] Ismail, M.A., Mohammad, J.A.: Kahoot: A promising tool for formative assessment in medical education. *Education in Medicine Journal* 9(2), 19–26 (2017). <https://doi.org/10.21315/eimj2017.9.2.2>
- [6] Subhash, S., Cudney, E.A.: Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature. *Computers in Human Behavior* 87, 192–206 (2018). <https://doi.org/10.1016/j.chb.2018.05.028>
- [7] Xu, M., Luo, Y., Zhang, Y., Xia, R., Qian, H., Zou, X.: Game-based learning in medical education. *Frontiers in Public Health* 11, 1113682 (2023). <https://doi.org/10.3389/fpubh.2023.1113682>
- [8] Edirisuriya, C., Goldenberg, J., Breslin, Z., Wilson, A., Herrine, S., Tofani, C., Tholey, D.: The effects of implementing gamification in the hepatology curriculum for medical students. *Cureus* 16(8), e66538 (2024). <https://doi.org/10.7759/cureus.66538>
- [9] Kalleney, N.K.: Advantages of Kahoot! game-based formative assessments along with methods of its use and application during the COVID-19 pandemic in various live learning sessions. *Journal of Microscopy and Ultrastructure* 8(4), 175–185 (2020). https://doi.org/10.4103/JMAU.JMAU_61_20
- [10] Cortés-Pérez, I., Zagalaz-Anula, N., López-Ruiz, M.D.C., Díaz-Fernández, Á., Obrero-Gaitán, E., Osuna-Pérez, M.C.: Study based on gamification of tests through Kahoot!™ and reward game cards as an innovative tool in physiotherapy students: A preliminary study. *Healthcare* 11(4), 578 (2023). <https://doi.org/10.3390/healthcare11040578>

- [11] Schultz, K., et al.: The impact of a gamified curriculum using Kahoot! on musculoskeletal knowledge and skill acquisition among pediatric residents. *Academic Pediatrics* 22(8), 1265–1270 (2022). <https://doi.org/10.1016/j.acap.2022.02.003>
- [12] Lee, C.Y., Lee, C.H., Lai, H.Y., Chen, P.J., Chen, M.M., Yau, S.Y.: Emerging trends in gamification for clinical reasoning education: A scoping review. *BMC Medical Education* 25(1), 435 (2025). <https://doi.org/10.1186/s12909-025-07044-7>
- [13] Asperholm, M., van Leuven, L., Herlitz, A.: Sex differences in episodic memory variance. *Frontiers in Psychology* 11, 613 (2020). <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2020.00613>
- [14] van Gaalen, A.E.J., Brouwer, J., Schönrock-Adema, J., Bouwkamp-Timmer, T., Jaarsma, A.D.C., Georgiadis, J.R.: Gamification of health professions education: A systematic review. *Advances in Health Sciences Education* 26(2), 683–711 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10459-020-10000-3>
- [15] Romero-Alemán, M.M.: A pilot study on gamified and conventional e-quizzes reinforcing human histology among first-year medical and physiotherapy students. *Anatomical Sciences Education* 17(4), 844–854 (2024). <https://doi.org/10.1002/ase.2406>
- [16] Khaldi, A., Bouzidi, R., Nader, F.: Gamification of e-learning in higher education: A systematic literature review. *Smart Learning Environments* 10(1), 10 (2023). <https://doi.org/10.1186/s40561-023-00227-z>
- [17] Lohitharajah, J., Youhasan, P.: Utilizing gamification effect through Kahoot in remote teaching of immunology: Medical students' perceptions. *Journal of Advances in Medical Education & Professionalism* 10(3), 156–162 (2022). <https://doi.org/10.30476/JAMP.2022.93731.1548>
- [18] Datarus: GRANMO: Calculadora de tamaño muestral [Software en línea] (2022). <https://www.datarus.eu/aplicaciones/granmo/>
- [19] The jamovi project: jamovi (Version 2.3) [Computer software] (2022). <https://www.jamovi.org>
- [20] López-Martín, E., Ardura, D.: El tamaño del efecto en la publicación científica. *Educación XX1* 26(1) (2023). <https://doi.org/10.5944/educxx1.36276>
- [21] Donkin, R., Rasmussen, R.: Student perception and the effectiveness of Kahoot!: A scoping review in histology, anatomy, and medical education. *Anatomical Sciences Education* 14(5), 572–585 (2021). <https://doi.org/10.1002/ase.2094>
- [22] Souza E Silva, R., da Cunha Lima Freire, G., Cerqueira, G.S.: The impact of the integration of digital platforms and active teaching strategies (Kahoot!) on the performance of Brazilian medical course students in the discipline of histology. *Anatomical Sciences Education* 17(6), 1229–1238 (2024). <https://doi.org/10.1002/ase.2433>

Desafiando la evaluación: estrategias basadas en simulaciones virtuales e inteligencia artificial

Labrador, Tibaire⁰⁰⁰⁰⁻⁰⁰⁰²⁻¹⁰⁶¹⁻⁷⁶⁵⁹. Directora del Centro de Investigación, Innovación y Desarrollo Académico.
Universidad Católica Andrés Bello. Caracas, Venezuela. tlabrado@ucab.edu.ve

RESUMEN

Las experiencias inmersivas con Realidad Virtual (RV), acompañadas por Inteligencia Artificial (IA) están transformando la educación universitaria al desafiar el intelecto y la toma de decisiones. Este trabajo se centró en consolidar competencias pedagógicas y técnicas en futuros educadores para diseñar, dinamizar y diversificar la implementación de estrategias didácticas y evaluativas basadas en simulaciones que garanticen calidad y se enmarquen en iniciativas de innovación. La investigación acción participativa abordó las interrogantes sobre los elementos clave para integrar la RV y la IA en estrategias evaluativas de calidad y las competencias que desarrollan los estudiantes al diseñar proyectos integrados con estas experiencias. Se sistematizaron dos proyectos educativos ejecutados en la asignatura de Evaluación II y Prácticas Profesionales III de la Escuela de Educación de la Universidad Católica Andrés Bello (UCAB). Los resultados destacan que los estudiantes lograron diseñar proyectos integrados vinculados a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) mediante talleres de formación. No obstante, se identificó que aún tienen dificultades para articular las estrategias didácticas y evaluativas con las competencias esperadas, con y sin apoyo de la IA, un aspecto crucial para la calidad educativa. Finalmente, el diseño de actividades basado en su propia experiencia con la RV e IA les permitió ejercitar las cuatro competencias generales previstas en su institución educativa, además de las competencias profesionales consideradas en sus programas de asignatura. El presente trabajo se alinea con diversos ejes temáticos de las jornadas.

Palabras claves: Innovación, Evaluación, Realidad Virtual, Inteligencia Artificial.

ABSTRACT

Immersive experiences with Virtual Reality (VR), accompanied by Artificial Intelligence (AI), are transforming university education by challenging intellect and decision-making. This work focused on consolidating pedagogical and technical skills in future educators to design, streamline, and diversify the implementation of simulation-based teaching and assessment strategies that guarantee quality and are part of innovation initiatives. The participatory action research addressed questions about the key elements for integrating VR and AI into quality assessment strategies and the skills that students develop when designing projects integrated with these experiences. Two educational projects carried out in the Assessment II and Professional Practices III courses at the School of Education of the Andrés Bello Catholic University (UCAB) were systematized. The results highlight that students were able to design integrated projects linked to the Sustainable Development Goals (SDGs) through training workshops. However, it was identified that they still have difficulties in articulating teaching and evaluation strategies with the expected competencies, with and without the support of AI, a crucial aspect for educational quality. Finally, the design of activities based on their own experience with VR and AI allowed them to exercise the four general competencies expected at their educational institution, in addition to the professional competencies considered in their course programs. This work is aligned with various thematic areas of the conference.

Keywords: Innovation, Evaluation, Virtual Reality, Artificial Intelligence.

1. INTRODUCCIÓN

El nuevo rol del docente exige una gestión académica en la que se procure coadyuvar los esfuerzos para optimizar procesos curriculares y desarrollar estrategias didácticas y evaluativas apoyadas al máximo en el vertiginoso avance de las tecnologías digitales. Según Gordon “la conducta del humano con la máquina creó un nuevo lenguaje que incluye conceptos como Interacción Humano-Computador, brecha digital, nativos digitales e inmigrantes digitales, y otra serie

de constructos verbales y sociales del nuevo lenguaje del mundo virtual”, que hoy día se han trasladado al ámbito educativo [1]. Dichos constructos, a los que se suma el de la evaluación basada en simulaciones, se consolidan en la puesta en práctica dentro y fuera del aula, en las acciones articuladas que propician el desarrollo de competencias digitales y generan experiencias alternativas enriquecidas con los nuevos recursos.

Junto a estos términos se mencionan con frecuencia las tecnologías inmersivas, realidades mixtas y aprendizaje basado en objetos. Este desafiante contexto obliga al docente a valorar la importancia de proveer un aprendizaje multicanal, que reconozca la perspectiva del estudiante como usuario del recurso para potenciar su efecto dinamizador. Por su parte, esta valoración del estudiante como usuario se entiende mejor al profundizar en el término interacción humano-computador en el entorno educativo, considerado como una disciplina relacionada con el diseño, la evaluación e implementación de sistemas informáticos interactivos para el uso de los seres humanos, y con el estudio de los fenómenos más importantes con los que está relacionado [2].

Partiendo de este concepto, las experiencias inmersivas a las cuales se hace alusión en el presente trabajo se refieren a las desarrolladas a través de la Realidad Virtual (RV) y el uso de la Inteligencia Artificial (IA). En primera instancia, la RV se define como la digitalización de objetos y entornos que tiene como meta producir el mismo efecto que los objetos en una realidad física; se posibilita a través del aislamiento de los usuarios del entorno real por medio de un conjunto de dispositivos de hardware especializado para crear el ambiente digital [3]. Por su parte, la IA, sea en su categorización como estrecha o débil, generativa o predictiva, se vincula estrechamente con la innovación pedagógica, entendida como la “capacidad de replantear metodologías y estrategias de enseñanza a partir de nuevas realidades tecnológicas. Herramientas como los asistentes virtuales, los chatbots educativos y los sistemas de tutoría inteligente no solo facilitan el acceso a información, sino que promueven aprendizajes significativos y contextualizados” [4].

Los mismos autores señalan que el resurgimiento de la Inteligencia Artificial ocurrió a partir del año 2012, con la consolidación del aprendizaje profundo “Deep Learning”, lo que permitió el desarrollo de modelos más avanzados con capacidad de procesar grandes volúmenes de datos y lograr mejorar la capacidad de generación de contenido. Poco después, para el año 2024, se produjo un avance clave con la introducción de las redes generativas adversariales (GANs), un tipo de arquitectura constructivista de redes neuronales que revolucionó la forma en que las máquinas podían crear imágenes y otros tipos de contenido realmente original [4].

Desde entonces, en cada uno de estos hitos históricos de su evolución, la incursión de la IA en el ámbito educativo ha resultado favorable y sumamente oportuna para optimizar los tiempos y resultados desde tres grandes perspectivas: en la gestión institucional, en la gestión del aula y la gestión del mismo estudiante. En las prácticas que de forma concreta se presentan en este trabajo, la IA se emplea como un recurso de apoyo en la gestión del aula, se planifica de forma intencionada como una herramienta que enriquece la estrategia de enseñanza y aprendizaje, favorece el pensamiento crítico y empodera a los estudiantes para el desarrollo de competencias digitales, incluidas las propias al manejo de la IA.

En consecuencia, un docente capacitado, en plenas funciones de sus competencias técnico – pedagógicas, tendrá la oportunidad de aprovechar al máximo ambos recursos como herramientas habilitadoras de experiencias de aprendizaje enriquecidas, que a su vez brindan un componente innovador, próximo a lo que ocurre en instituciones de vanguardia, y pertinentes en el desarrollo de saberes integrados que a mediano y largo plazo favorecen su interacción en contextos globales.

1.1 Revisión de la literatura

Hablar de RV o IA en educación superior, se ha convertido en un tema común y sigue generando mucho debate. Probablemente el auge de la IA, pone en evidencia en estos últimos años, su capacidad para transformar los espacios formativos, sin embargo, no ocurre de igual manera con la RV. En este caso, conviene resaltar las cifras actuales de su implementación para proyectar su impacto en la calidad educativa y en el futuro de los profesionales. Según un reciente estudio realizado en Europa por la compañía EDTECH GoStudent, el 74% de los docentes considera que la RV es una herramienta útil para evaluar los conocimientos del alumnado, en tanto que el 71% del alumnado afirma que aprender con esta herramienta le ayuda a comprender mejor los conceptos difíciles. Por su parte, solo un 28% del profesorado ha recibido formación específica sobre cómo usar la realidad virtual en el aula, mientras que el mercado global de VR educativa crece vertiginosamente, superando los 3.200 millones de dólares en 2024 y se espera que crezca un 19% anual hasta 2030 [5].

Ahora bien, equiparar las condiciones de los distintos contextos educativos resulta evidentemente necesario para reducir las brechas digitales y aprovechar los beneficios de distintas herramientas, pero lamentablemente poco factible ante las

múltiples limitaciones socioeducativas alrededor del mundo. Sin embargo, existen mecanismos alternativos para ampliar las oportunidades de acceso a estas tecnologías emergentes.

En el caso concreto de la RV, se parte de la base de que constituye un recurso que brinda nuevas oportunidades para aprender a través de un enfoque multimodal, basado en la interacción de los instrumentos digitales a través de elementos perceptivos como lo son la vista, el tacto y el oído [6].

Esto conlleva a otro concepto asociado a este tipo de experiencias, como lo es el aprendizaje háptico, considerado como un enfoque que posibilita un aprendizaje más profundo, donde se le permite a los alumnos construir significado y comprensión de las actividades didácticas a través de las experiencias con su tacto sensorial y la interacción con los objetos [7].

De igual manera, algunos autores afirman que la RV constituye una representación de objetos reales a través de medios electrónicos clasificada en dos tipos: a) entornos tridimensionales, donde los usuarios puedan interactuar de manera directa con los objetos a través de guantes, lentes u otros dispositivos, y b) realidades no inmersivas donde el usuario interactúa a través de dispositivos convencionales como teclado, ratón y monitor [8].

Ahora bien, manejar escenarios alrededor de estas dos alternativas, posibilita el acceso a experiencias de aprendizaje que a su vez favorecen la renovación de las estrategias didácticas y evaluativas potenciadas por simulaciones. Es así, como se presenta un nuevo concepto: Enseñanza basada en simulaciones, la cual consiste en actividades estructuradas que representan situaciones reales o potenciales y permiten el entrenamiento de competencias técnicas y no técnicas en un entorno seguro y controlado [9]. Si se traslada este término, específicamente al contexto evaluativo, se entiende que hace referencia a la formulación de estrategias que permiten desarrollar actividades de carácter formativo y sumativo, a través de escenarios simulados, que aproximan a los estudiantes a tareas auténticas para favorecer la toma de decisiones y el pensamiento crítico.

Una vez identificada la conceptualización de la RV y sus bondades en la educación, conviene mencionar muy brevemente algunos elementos medulares de la IA especialmente centrados en su implementación dentro del aula de clases. Ya es evidente que a medida que evoluciona la IA, las instituciones educativas van dando pasos acelerados para proveer de infraestructura tecnológica y proveer un ecosistema digital que viabilice la gobernanza, la gestión estratégica, intermedia y operativa; pero su incorporación en la educación debe muy especialmente permear en las estrategias de enseñanza y aprendizaje, debe embeberse en las planificaciones educativas, de cara al fortalecimiento de las capacidades técnico pedagógicas del profesorado con miras al desarrollo de competencias digitales en el estudiantado, competencias que impactarán directamente en su ejercicio profesional.

El compromiso que se asume no solo es mostrar un conjunto de herramientas, sino instar y acompañar a los estudiantes para que comprendan los fundamentos de la IA, ya que esto es igual o más importante que limitarse a mostrar sus aplicaciones. Al fomentar la alfabetización en IA entre los estudiantes, podemos capacitarlos para que se conviertan en usuarios y creadores informados de tecnologías de IA, garantizando que el potencial transformador de la IA en la educación se realice de una manera ética y responsable [10].

Es por ello, que los jóvenes estudiantes de hoy serán quienes a través de sus experiencias curriculares y su capacidad de innovación, impulsarán también su integración en las profesiones bien en su inserción al mercado laboral, en el ejercicio independiente o en el desarrollo de iniciativas de emprendimiento. Para los estudiantes de hoy, “la IA generativa será una herramienta imprescindible en su futuro profesional: aquellos que no la utilicen en las aulas tendrán una desventaja significativa en el mercado laboral lo que podría definir una nueva brecha tecnológica en la sociedad” [11].

En este sentido, la intención de alcanzar una apropiación tecnológica consciente, ética y pertinente de estos recursos desde experiencias de aula y en edades apropiadas, implica reconocer que la RV o cualquier otra tecnología emergente, incluida la Inteligencia Artificial, deben asumirse como habilitadores del aprendizaje. Esta perspectiva favorece la cobertura, la accesibilidad y la personalización del proceso académico, elementos que se alinean con el enfoque basado en competencias previsto en el Proyecto Formativo Institucional (PFI) de la UCAB [12].

En concordancia, tal como se observa en la figura 1, planificar cualquier acción didáctica que aproveche estos recursos, implica la correspondencia entre los procesos curriculares relevantes del programa y los contenidos que pueden enriquecerse potencialmente con el uso de la RV, para así seleccionar la aplicación más idónea que permita crear la experiencia inmersiva de manera integrada con un campo de acción.

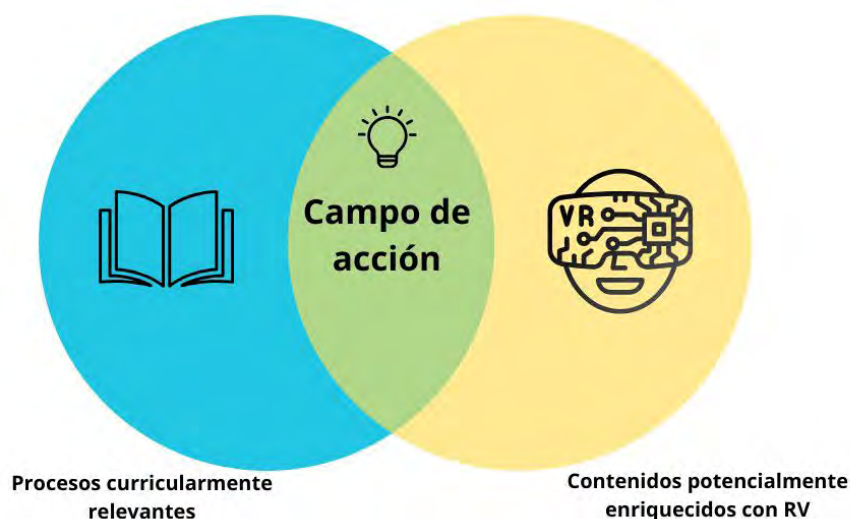


Figura 1. Campo de acción para experiencias de RV [13]

Si a ello, le sumamos la posibilidad de potenciar el resultado de esta primera experiencia con el análisis de la información mediada por IA, entonces estaremos frente a un nuevo desafío educativo que exige altos niveles de pensamiento crítico y creativo, así como el procesamiento de habilidades cognitivas que configuran una nueva manera de educar y evaluar.

2. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Se procedió a una Investigación Acción-Participativa (IAP) la cual se entiende como un “ciclo continuo de reflexión-acción en el que tanto a nivel individual como grupal se analizan las acciones y resultados intermedios, se planifica en función de los avances y se actúa de acuerdo a lo planificado” [14].

La mayoría de los autores expertos en este tipo de estudio, aseguran que uno de los principios de la IAP es reflexionar en y sobre la acción; esto implica dentro del entorno educativo pensar de forma colaborativa sobre nuestro trabajo en la institución educativa, dentro o fuera del aula de clases; pensar con atención y detenimiento a lo largo del proceso de investigación directamente vinculado con el desarrollo de un proyecto, la implementación de una nueva metodología o el desarrollo de una experiencia de aprendizaje mediada por tecnologías. Este pensamiento profundo debe hacerse bajo una mirada crítica, para comprenderlo bien y para identificar las oportunidades de mejora.

La IAP cobra especial relevancia gracias a la coexistencia de sus tres pilares [15]:

- a) Investigación: creencia en el valor y el poder del conocimiento y el respeto hacia sus distintas expresiones y maneras de producirlo;
- b) Acción: como búsqueda de un cambio que mejore la situación de la comunidad involucrada, y
- c) Participación: enfatizando los valores democráticos y el derecho a que las personas controlen sus propias situaciones y destacando la importancia de una relación horizontal entre los investigadores y los miembros de una comunidad.

El carácter participativo está íntimamente relacionado con lo colaborativo, diferentes actores se hacen partícipes de la experiencia de forma equitativa conforme a los roles y responsabilidades que les corresponden, generan actividades que les permita vincularse mediante el intercambio de conocimientos, contribuciones y distribución del poder para la toma de decisiones durante el proceso de innovación [14].

La experiencia inmersiva desarrollada se configuró como medio y fin. Se contextualiza en dos grupos de estudiantes de la escuela de Educación en la Universidad Católica Andrés Bello, Caracas, Venezuela. El punto de partida fue la necesidad de cambiar las prácticas evaluativas tradicionales para ejecutar una buena práctica centrada en experiencias simuladas con RV y enriquecidas por IA que sirviera de referencia para profesores y estudiantes.

El reto estuvo en evaluar el impacto de la realidad virtual en el campo del aprendizaje experiencial, por medio de la intermediación del docente que brindó seguimiento a sus alumnos mientras generaba eventos e interacciones en el ambiente virtual, de acuerdo a las necesidades de evaluación correspondientes al objeto de estudio que a su vez se vincula con la capacidad de discernir los factores que se requieren para el diseño de estrategias evaluativas. Los distintos tipos de interacciones provistas en la sala de RV, fueron evaluados a partir de un caso de aplicación para una de las organizaciones a las que asistían los estudiantes de pasantías.

Posteriormente, las estrategias evaluativas diseñadas para el caso de aplicación en entorno organizacional, fueron analizadas grupalmente y se solicitó la configuración completa de la planificación para ser ejecutada durante una jornada de 8 horas, en un formato de taller. Dicha planificación debía contener las competencias a desarrollar durante la sesión, con especial énfasis en las estrategias evaluativas que debían abarcar diferentes tipos de evaluación (diagnóstica, formativa y sumativa), diferentes formas (auto, co y heteroevaluación), y debía detallar las técnicas, actividades e instrumentos para cada caso. Luego de un borrador inicial realizado a mano en el aula de clases, inspirado por la experiencia en la sala de RV, se instó a los estudiantes a consultar a la IA nuevas maneras de desarrollar las estrategias planteadas, para mejorar ese producto preliminar, manteniendo las mismas premisas con los ODS y considerando los criterios de evaluación anunciados. Se les solicitó por una parte, interactuar con un asistente conversacional, Gemini o Perplexity; por otra, se les solicitó emplear una herramienta especializada como es el caso de EdutekaLab. De esta manera, pudieron comparar sus producciones originales con las sugerencias de la IA y ofrecer un producto final refinado con un alto nivel de calidad.

Para llevar a cabo el registro sistemático que diera vida la investigación acción – participativa, se estableció que:

La experiencia quedaría conformada por dos grupos de estudiantes, 6 de Evaluación II y 4 de Prácticas Profesionales III. Este criterio de selección responde a la población total de estudiantes de ambas asignaturas. Todos los inscritos participaron en el proyecto. La dinámica habitual de la UCAB es presentar a los estudiantes al inicio del semestre un borrador preliminar de lo que será la ruta de aprendizaje plasmada en un plan de clases configurado a través de un sistema automatizado; este borrador se socializa la primera semana de clases y se ajusta conforme a los intereses, expectativas y características del grupo. A efectos del proyecto, los estudiantes de ambos cursos estuvieron de acuerdo con la propuesta y aprobaron su incorporación como una estrategia evaluativa para el semestre. Por tanto, si bien la idea original fue propuesta por la docente, tras socializarse, despertó el interés, la motivación y participación activa del estudiantado en ambas asignaturas.

En conjunto con su profesora, el primer objetivo fue identificar y priorizar los problemas comunes que se presentan en los entornos educativos para materializar estrategias evaluativas innovadoras. Asimismo, se procedió a la revisión de los programas de clases y a la selección de aquellas competencias que podían fortalecerse a través de la enseñanza basada en simulaciones y en la implementación de la IA.

Seguidamente se planificó la actividad, donde se acordaron las acciones, roles y responsabilidades, así como los criterios de seguimiento a los avances y los criterios de evaluación a la experiencia, a partir de una reflexión colectiva.

La ejecución de la actividad planificada se dividió en cuatro fases desarrolladas a lo largo de 4 semanas. Los estudiantes tienen dos clases semanales con una carga de atención docente de 4 horas, más 8 horas de trabajo independiente para cada asignatura:

Fase 1. Todos los estudiantes fueron invitados a la sala de RV de la universidad, para interactuar con las aplicaciones de Anna Frank, Ecosphere y Workrooms. Un grupo interactuó con Anna Frank y Ecosphere (Evaluación II), el segundo grupo con Anna Frank y Workrooms (Prácticas III). Esta fase se desarrolló en una semana, una sesión exploratoria para familiarizarse con el uso de los lentes de RV y otra para la exploración e interacción directa en las herramientas a utilizar. En el caso de los estudiantes de Prácticas Profesionales III, asistieron a la sala ya preparados para realizar una presentación oral en Workroom sobre su proyecto de pasantía.

Fase 2. En la primera sesión de la semana 2, se entregaron las instrucciones de la actividad asignada y se brindó el acompañamiento respectivo: A partir de la experiencia vivida se solicitó a los estudiantes de Evaluación II diseñar un taller de formación de 8 horas en el cual integraran la aplicación Ecosphere con los Objetivos de Desarrollo Sostenible

(ODS), para ser ofrecido en la cátedra institucional Ecología, Ambiente y Sustentabilidad (EAS), prestando especial atención al desarrollo de estrategias didácticas y evaluativas dinamizadoras, contemplando sólo evaluaciones diagnósticas y formativas con sus respectivas retroalimentaciones, así como dos formas (autoevaluación y coevaluación), adicionalmente se solicitó que tomaran en cuenta un público con distintas expresiones de diversidad para garantizar un aprendizaje de calidad. A los estudiantes de Prácticas Profesionales III, se les solicitó analizar a partir de un instrumento de autoevaluación, cómo les fue en la práctica de su speech durante la simulación virtual, así como cuáles fueron las fortalezas y debilidades detectadas durante el ensayo de lo que será su exposición oral al final del semestre; de igual manera realizaron una valoración de esta actividad antes de hacerlo frente a los tutores organizacionales, familiares, demás compañeros y profesores de la escuela. El instrumento de autoevaluación contiene los mismos criterios considerados por la profesora para la evaluación sumativa durante la práctica, disponible en la Tabla 2. En la misma semana, la clase siguiente debían solventar dudas menores y entregar el taller planificado o la autoevaluación completada, según la asignatura. Para la tercera semana, la primera sesión de cada unidad curricular se dedicó a una discusión sobre las unidades de análisis en una clase de 2 horas donde compartieron impresiones sobre sus trabajos y recibieron las retroalimentaciones respectivas. Esta actividad formativa les permitió trabajar con los siguientes criterios de desempeño declarados en el programa de asignatura: Autoevalúa su desempeño y realiza ajustes necesarios para el logro de metas; Autogestiona tareas a corto, mediano y largo plazo; y Toma iniciativas para mejorar su actividad académica.

Fase 3. En la misma semana tres, segunda sesión de cada asignatura: Los estudiantes de Prácticas Profesionales III, realizaron una práctica de pitch para su presentación personal como futuros egresados en un minuto, debían preparar un discurso de elevator en el cual cerrasen una entrevista de trabajo y le permitiera al entrevistador quedarse con una valoración positiva sobre sus capacidades para ser contratado. Por su parte, los estudiantes de Evaluación II, tuvieron un desafío adicional, contrastar las planificaciones realizadas con lo que sugerían las herramientas de IA seleccionadas para finalmente ofrecer un producto de mayor calidad. Esto les permitió trabajar con la unidad de competencia Indaga y reflexiona permanentemente sobre su quehacer pedagógico-didáctico y sus criterios de desempeño: Evalúa, interpreta e integra información proveniente de diferentes disciplinas y fuentes relacionadas con los procesos de enseñanza y de aprendizaje; Elabora y pone en práctica propuestas alternativas que mejoran su ejercicio didáctico. Se compartieron algunas impresiones de forma grupal y el producto final se entregó a través de un informe en el aula virtual.

Una vez ejecutadas las acciones de fase 1 y 2 de acuerdo a lo planificado, se procedió a evaluaciones sumativas de la experiencia a partir de los instrumentos que se describen a continuación.

Para el taller de Evaluación II, se elaboró una rúbrica a partir de la competencia profesional: Diseña y desarrolla planes y programas educativos, la unidad de competencia: Planifica y controla el diseño y desarrollo de planes formativos y los criterios de desempeño: a) Determina las finalidades y objetivos de programas educativos, b) Organiza el contenido y demás elementos instruccionales.

Tabla 1. Rúbrica para evaluar taller diseñado por los estudiantes de Evaluación II.

Criterio	Excelente (2 pts)	Muy bien (1,5 pts)	Bien (1 pts)	Mejorable (0,5 - 0 pts)
a) Objetivos de aprendizaje factibles	Objetivos claros, específicos y realistas para 8h	Objetivos claros, pero poco factibles	Objetivos poco claros o poco factibles	Objetivos ambiguos o irrealizables
b) Coherencia entre objetivos y estrategias didácticas	Estrategias coherentemente articuladas con los objetivos	La mayoría de las estrategias son coherentes con los objetivos	Algunas estrategias son poco coherentes con los objetivos	Las estrategias no son coherentes con los objetivos
c) Coherencia entre objetivos y estrategias evaluativas	Las evaluaciones diagnósticas y formativas están correctamente articuladas con los objetivos	Las evaluaciones diagnósticas y formativas están medianamente articuladas con los objetivos	Las evaluaciones diagnósticas y formativas están poco alineadas con los objetivos	Las evaluaciones diagnósticas y formativas no están alineadas con los objetivos
d)	Las estrategias	Las estrategias	La articulación	No existe

Articulación entre estrategias didácticas y evaluativas	didácticas y evaluativas se articulan perfectamente entre sí.	didácticas y evaluativas se articulan medianamente entre sí.	entre las estrategias didácticas y evaluativas es débil	articulación entre las estrategias didácticas y evaluativas.
e) Integración de ODS con la aplicación de RV	Las experiencias RV están clara y coherentemente vinculadas con los ODS seleccionados.	Las experiencias RV están medianamente vinculadas con los ODS seleccionados.	Las experiencias RV están débilmente vinculadas con los ODS seleccionados.	Las experiencias RV están aparentemente vinculadas con los ODS pero la estrategia no lo describe claramente.
f) Considera espacios de autoevaluación y coevaluación	En la dinámica del taller incorporan actividades valiosas para la autoevaluación y coevaluación	En la dinámica del taller incorporan actividades para la autoevaluación y coevaluación	En la dinámica del taller incorporan actividades para la autoevaluación o coevaluación	En la dinámica del taller no incorporan actividades para la autoevaluación y coevaluación
g) Actividades multicanal para atender la diversidad	Las actividades se proponen y distribuyen en múltiples formatos	Algunas actividades se presentan en múltiples formatos	Pocas actividades se presentan en múltiples formatos	No hay actividades en formato multicanal
h) Contenido de asignatura EAS acorde con las estrategias definidas	Contenido de EAS totalmente alineado con las estrategias definidas	Contenido de EAS medianamente articulado con las estrategias definidas	Contenido de EAS poco acorde con las estrategias definidas	Contenido de EAS desvinculado a las estrategias definidas
i) El taller incorpora referencias que orienten al facilitador	Referencias completas, actuales y adecuadas	Referencias adecuadas pero limitadas	Referencias incompletas o desactualizadas	No presenta referencias
j) Aspectos formales de redacción	El taller se presenta en la plantilla entregada y respeta normas de ortografía	El taller se presenta en la plantilla entregada pero presenta pocos errores ortográficos	El taller se presenta en la plantilla entregada pero presenta varios errores ortográficos	El taller irrespeta la plantilla y/o las normas ortográficas

Para evaluar el speech de los estudiantes de Prácticas Profesionales III, se elaboró una escala de estimación a partir de la competencia general: Aprender a interactuar en el contexto global, la unidad de competencia: Utiliza con destreza equipos y aplicaciones tecnológicas de comunicación e información para interactuar con otros en el contexto global, y los criterios de desempeño: a) Gestiona adecuadamente los programas y aplicaciones de uso frecuente, b) Se comunica de forma efectiva conforme a su propósito profesional.

Tabla 2. Escala de estimación para evaluar práctica de speech en simulador virtual.

Ítem	Excelente (2)	Bueno (1,5)	Regular (1)	Deficiente (0,5)

1. Claridad y estructura del speech				
2. Uso adecuado del tiempo asignado				
3. Seguridad y confianza al hablar				
4. Capacidad para captar y mantener la atención del público				
5. Dominio del contenido y argumentación				
6. Uso de lenguaje apropiado y profesional				
7. Uso adecuado de herramientas de interacción en la aplicación de RV				
8. Manejo de preguntas y respuestas				
9. Comparte sus reflexiones de la actividad práctica con la aplicación de RV				
10. Identifica los puntos de mejora para la presentación final				

Fase 4. Puesta en común: en la última sesión los estudiantes de ambas asignaturas comentaron sus experiencias individuales con la elaboración de sus asignaciones y describieron su experiencia en la sala de RV con la herramienta Workroom. Para el análisis se consideró la Competencia General para ambos grupos: Aprender a trabajar con el otro y sus respectivas unidades de competencias: Actúa creativamente ante situaciones diversas y Aplica un proceso sistemático de toma de decisiones para elegir la mejor alternativa en la resolución de problemas en beneficio propio y de los otros. En cuanto a las competencias profesionales, los de Evaluación II pudieron ejercitar la unidad de competencia profesional: Indaga y reflexiona permanentemente sobre su quehacer pedagógico-didáctico y Sistematiza y comunica innovaciones educativas, mientras que los de Prácticas Profesionales III, trabajaron con la Competencia: Valora el impacto de su ejercicio profesional como educador en los ámbitos personal, social y ambiental con la intención de emprender acciones comprensivas del entorno y colaborar en la consolidación de la ciudadanía democrática. Todos los estudiantes, lograron reflexionar sobre las lecciones aprendidas y contrastaron cómo la experiencia les permitió abonar en el desarrollo de las competencias generales y profesionales puestas en evidencia, logrando una función metacognitiva que permitiese una auto y coevaluación.

Para la evaluación del informe a través del aula virtual, donde los estudiantes de Evaluación II contrastaron las planificaciones realizadas con lo que sugerían las herramientas de IA, se contemplaron los siguientes criterios de evaluación sobre la base de la competencia: Desarrolla proyectos de investigación e innovación educativa, la unidad de competencia: Indaga y reflexiona permanentemente sobre su quehacer pedagógico-didáctico, y los criterios de desempeño: a) Evalúa, interpreta e integra información proveniente de diferentes disciplinas y fuentes relacionadas con los procesos de enseñanza y de aprendizaje, b) Elabora y pone en práctica propuestas alternativas que mejoran su ejercicio didáctico.

Tabla 3. Criterios para evaluar informe sobre el enriquecimiento de la IA en sus planificaciones educativas, elaborado por estudiantes de Evaluación II.

Criterio	Descripción del criterio	Puntaje máximo del criterio
Análisis crítico	Capacidad del estudiante para identificar diferencias, similitudes, fortalezas y debilidades tanto del producto propio como del generado por	5

	la IA.	
Argumentación	Capacidad argumentativa del estudiante para aceptar, modificar o rechazar elementos del resultado de la IA en la mejora de su propio producto.	4
Ética frente a la IA	Se evalúa si el estudiante es transparente sobre qué parte del producto final fue influenciada o asistida por la IA, así como los límites de la IA.	5
Mejora en toma de decisiones	Capacidad de transferir y aplicar las lecciones aprendidas para tomar mejores decisiones sobre la mejora de los productos, valorando la IA como un recurso de apoyo.	4
Aspectos formales de redacción	Capacidad para redactar de forma coherente y cohesionada, empleando un lenguaje adecuado.	2

2.1 Análisis y discusión de resultados

Las interacciones en cada aplicación permitieron:

- La herramienta de Anna Frank se utilizó como actividad introductoria para promover la capacidad de observación en el entorno virtual / entorno real. La evaluación fue de carácter formativo. El propósito fue el desarrollo de la competencia profesional: Planifica, desarrolla y supervisa procesos evaluativos; considerando como criterio de desempeño: Asume la evaluación como actividad profesional. En este caso los estudiantes reportaron que esta aplicación podría emplearse en actividades formativas o asignaturas como historia, ciencias sociales, lenguaje y comunicación, para favorecer la descripción de los escenarios a partir de lo observado. Asimismo, en psicología podría emplearse para el manejo emocional en situaciones en conflicto bélico. Al solicitar su vinculación con los ODS, seleccionaron el #16 vinculado a Paz, Justicia e Instituciones sólidas.
- Con Ecosphere se planteó la valoración de las realidades y problemáticas expuestas en los países disponibles en la aplicación (Predeterminados: Colombia, Kenia, Selvas de Borneo y Raja Ampat). A partir de lo explorado, los estudiantes plantearon un taller formativo que contribuyese a la cátedra institucional Ecología, Ambiente y Sustentabilidad, donde pudieron ejercitar la competencia profesional: Diseña y desarrolla planes y programas educativos; Unidad de competencia: Planifica y controla el diseño y desarrollo de planes formativos. Por último, los estudiantes identificaron que podrían desarrollarse más experiencias formativas vinculadas a los ODS #1 (Fin de la Pobreza), #4 (Educación inclusiva, equitativa y de Calidad), #6 (Agua limpia y Saneamiento), #10 (Reducción de las desigualdades), #13 (Acción por el clima), #14 (Vida submarina), #15 (Vida de ecosistemas terrestres). Esta actividad se evaluó de forma sumativa con la rúbrica presentada en la Tabla 1.
- Con Workroom, la evaluación fue formativa para destacar y reflexionar sobre lo valioso de la experiencia integradora entre ambas perspectivas. Los estudiantes de Evaluación II (VI semestre de la escuela de Educación) recibieron a los estudiantes de Prácticas Profesionales III (VII semestre de la misma escuela) quienes en una experiencia inmersiva en un entorno tridimensional que simula un auditorio o sala de reuniones, pudieron practicar la presentación oral de sus pasantías ejecutadas en diversas organizaciones de corte empresarial o comunitarias, de esta manera los estudiantes de Evaluación II pudieron ejercitar las competencias declaradas como: Participa y gestiona el proceso de evaluación del desempeño (en este caso una evaluación entre pares); y Genera y construye técnicas e instrumentos evaluativos. A su vez, lo vincularon con los ODS #4 (Educación inclusiva, equitativa y de Calidad), #8 (Trabajo decente y crecimiento económico), #9 (Industria, Innovación e Infraestructura). Por su parte, los estudiantes de Prácticas Profesionales III, pudieron practicar su speech en las organizaciones y ensayar de forma oral la exposición final que realizarían en el acto público de presentación de su proyecto de pasantía, frente a tutores organizacionales, familiares, estudiantes y profesores. Luego, en fase 4, tuvieron la oportunidad de reencontrarse en una aula de clases para realizar una valoración de lo que fue la experiencia con Workroom.

- d) Con Gemini y Perplexity, los estudiantes de Evaluación II tuvieron la oportunidad de iterar con la IA y consultar si sus planificaciones iniciales estaban verdaderamente ajustadas a las características del público previsto en el caso de aplicación organizacional. Los estudiantes pudieron detectar oportunidades de mejora importantes, el análisis crítico realizado de forma grupal considerando los aportes de los asistentes conversacionales, les permitió hacer ajustes para lograr una mayor articulación entre la audiencia a la que se dirigen, las competencias a desarrollar en el taller, las actividades previstas y las estrategias evaluativas, para que por una parte, sean realmente alcanzables en una sesión de ocho horas, y por otra, sean pertinentes, dinámicas y significativas.
- e) Con EdutekaLab, el resultado fue igualmente enriquecedor, su principal aporte estuvo en la incorporación de recomendaciones en torno a la diversidad en los estilos de aprendizaje gracias al Diseño Universal para el Aprendizaje y en el diseño de los instrumentos de evaluación diagnóstica, formativa y sumativa.

Una vez recibidos los productos finales, los resultados de aprendizaje fueron altamente satisfactorios en ambas asignaturas. En la UCAB, los resultados de aprendizaje se miden a partir de los criterios de desempeño definidos en los programas de asignaturas. En este caso, las retroalimentaciones de las prácticas formativas, las auto y coevaluaciones ofrecieron información que validaba cómo los estudiantes estaban ejercitando los criterios de desempeño definidos para cada sesión. Por otra parte, las evidencias producto de las actividades y técnicas implementadas de carácter sumativo, también permitieron cotejar el desarrollo de las competencias y las unidades de competencias esperadas, conforme a la previa selección en el plan de clases para estas sesiones.

En concreto, los seis estudiantes de Evaluación II, obtuvieron en promedio calificaciones entre los 15 y 18 puntos sobre una escala de 20 puntos, algunos aspectos mejorables en la articulación entre las estrategias didácticas y evaluativas con los objetivos de aprendizaje. Suelen ser muy creativos para generar innovación, pero aun requieren refinar el alineamiento constructivo para garantizar coherencia y calidad educativa, por ejemplo en las estrategias evaluativas propuestas aun deben ejercitar la formulación de indicadores de evaluación ajustados a la realidad del contexto y las condiciones del proceso, así como proponer instrumentos de evaluación, pertinentes y eficientes con el proceso”. En el caso del informe donde contrastan los resultados con la IA, algunas oportunidades de mejora se encontraron en la capacidad de argumentación y profundidad en el análisis.

En cuanto a los estudiantes de Prácticas Profesionales III, obtuvieron calificaciones entre 17 y 20 puntos. La práctica en Workroom les permitió hacerse conscientes sobre sus puntos de mejora tanto en habilidades comunicativas como en la estructura prevista y el contenido seleccionado para la presentación de sus proyectos de pasantías en las organizaciones. Las actividades formativas igualmente fueron muy enriquecedoras para comparar el logro de sus competencias profesionales las cuales contribuyen a su perfil como egresados, elemento de análisis al finalizar el semestre.

En resumen, a partir de los resultados, se observó que los estudiantes sí lograron ejercitar los criterios de desempeño previstos en las competencias generales y profesionales seleccionados de sus programas de asignaturas. Adicionalmente se evidenció que pudieron poner en práctica otras habilidades vinculadas al pensamiento crítico y analítico, habilidades comunicativas, asumieron roles de liderazgo al buscar soluciones alternativas a las problemáticas planteadas en el contexto, y tuvieron la oportunidad de realizar profundas reflexiones metacognitivas en todas las sesiones de discusión y presentación de resultados.

3. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Sin lugar a dudas, las experiencias inmersivas logran resultados significativos en la medida que su incorporación es planificada y consensuada con un grupo de estudiantes comprometidos con su formación integral. La activa participación de todos los actores involucrados en esta iniciativa de innovación permite concluir que sí es factible desarrollar estrategias evaluativas de calidad, dinamizadoras e inclusivas, a través de experiencias inmersivas con RV e IA, que conduzcan a su vez al desarrollo de competencias generales y profesionales vinculantes con su ejercicio profesional.

Asimismo, la investigación acción participativa, sintoniza muy bien con la tradición indagadora, la curiosidad y la capacidad de observación y de reinención, característicos de los apasionados estudiantes de las escuelas de educación, quienes se muestran sedientos por contribuir en la transformación de los sistemas educativos.

Tras la actividad desarrollada en sus distintas fases y su subsecuente trabajo reflexivo en el aula de clases, se obtuvo que gracias a la experiencia inmersiva y a la estrategia evaluativa diseñada, los estudiantes lograron identificar durante la

puesta en común cuáles son las competencias generales ejercitadas en este tipo de iniciativas, según el PFI: Aprende a aprender con calidad, Aprende a trabajar con el otro, y Aprende a interactuar en el contexto global. Todas ellas competencias vitales para el perfil del egresado Ucabista.

De igual manera, los estudiantes reconocieron la importancia de este tipo de actividades didácticas y evaluativas, enriquecidas a partir de actividades auténticas basadas en simulaciones, para ejercitar, profundizar y desarrollar las competencias profesionales de su mención.

Tras las reflexiones finales se logró concluir que el éxito en la incorporación de las tecnologías como habilitadores del aprendizaje, sólo es posible cuando se planifica de manera consciente la acción didáctica, priorizando el propósito educativo y seleccionando posteriormente el recurso que permita ejercitar y poner en evidencia los saberes de manera integrada. La puesta en práctica de estrategias didácticas y evaluativas en las cuales se aprovechen estos recursos, exige una mirada más creativa y coherente con la verificación de criterios de desempeño que amplían las oportunidades de empleabilidad o emprendimiento de los futuros egresados.

Finalmente, es evidente que la implementación de estas estrategias como buena práctica educativa, requiere un conjunto de competencias técnico – pedagógicas que le permitan al docente articular apropiadamente todos los elementos contentivos a la acción didáctica; teniendo como foco, las competencias a desarrollar en los estudiantes, y como apoyo, los recursos tecnológicos disponibles para potenciar dichas competencias. Adicionalmente, implica como mínimo un nivel intermedio de competencias digitales en el docente, posicionado en Experiencia, con un nivel B1 de Adopción o B2 de Adaptación, según el marco de Referencia de la Competencia Digital Docente [16]. Las áreas especialmente involucradas son: contenidos digitales, Enseñanza y aprendizaje, Evaluación y Retroalimentación, y Desarrollo de la competencia digital de los estudiantes.

Se recomienda desarrollar mayores iniciativas de aprendizajes basados en proyectos por cuanto constituyen una verdadera ganancia pedagógica, educativa e institucional. El paso siguiente es transferir la experiencia a una relación interescolas e interfacultad, así como establecer alianzas para desarrollar experiencias Colaborative Online International Learning (COIL) a través de simuladores virtuales.

REFERENCES

- [1] Gordon, G. Interacción humano-computador y sus aportes en el desarrollo de la Informática Aplicada a la Educación. *Revista Universidad y Sociedad*; 15(2), 110-119 (2023).
- [2] Muñoz, J, Hernández, Y, Bustos, V, Aranda, A, Calderón, M, y Collazos, C. Temas de diseño en Interacción Humano Computadora. *Latinoamericana de Libros de Texto Abiertos (LATIn)*. (2015).
- [3] Castañares, W. Realidad virtual, mimesis y simulación. *Cuadernos de Información y Comunicación*. Universidad Complutense de Madrid. (16), 59-81 (2011).
- [4] Espinosa, J., Solís, L., Constante, D., y Constante, M. La inteligencia artificial aplicada a la educación: innovación pedagógica, inclusión digital y transformación del aprendizaje. *Revista de Estudios Generales (REG)*. 4(3), 870-892 (2025).
- [5] GoStudent. Informe de GoStudent sobre el futuro de la educación. Publicado. <https://www.gostudent.org/static/documents/es-es/informe-educacion/2025.pdf>. Último acceso 2025/09/15.
- [6] Pallavicini, F.; Argenton, L. y Mantovani, F. Developing effective virtual reality training for military forces and emergency operators: from technology to human factors. *International Conference on Modeling and Applied Simulation*. University of Genoa. pp. 206-210 (2015).
- [7] McGowan, G., Hoffstaedter, G. y Creese, J. Object Based Learning in the Social Sciences: Three Approaches to Haptic Knowledge Making. *Teaching Anthropology*. (11) 2. pp. 97-107 (2022).
- [8] Cruz, M.; Morales Cárdenas, A. y Ayala, Á. Diseño de productos asistidos por realidad virtual inmersiva. *Ingeniería Mecánica. Tecnología y Desarrollo*. (2)3. pp. 93-100. (2006).
- [9] Latugaye, D. y Astoul, C. Una herramienta para evaluar la enseñanza basada en simulación en el entrenamiento de habilidades técnicas. *Educación Médica ScienceDirect*. (6). (2025).
- [10] Molina, E., Cobo, C., Pineda, J. y Rovner, H. La revolución de la IA en Educación: Lo que hay que saber. *Innovaciones Digitales de Educación*. Banco Mundial. (2024).
- [11] Vivas, M., y Ruiz M. (coords.). *Inteligencia artificial generativa: Buenas prácticas docentes en educación superior*. Horizontes Universidad. Octaedro. (2025).
- [12] Universidad Católica Andrés Bello. *Proyecto Formativo Institucional*. (2013).

- [13] Lerma, L., Rivas, D., Adame, J., Ledezma, F., López de la Torre, H., y Ortiz, C. Realidad Virtual como técnica de enseñanza en Educación Superior: Perspectiva del Usuario. *Enseñanza & Teaching*. (38) pp. 11-123. (2020).
- [14] Zapata, F. y Rondán, V. La investigación - acción participativa: Guía conceptual y metodológica del Instituto de Montaña. Serie Manuales y Herramientas para la Adaptación. Instituto de Montaña. (2016).
- [15] Greenwood, D. De la observación a la investigación-acción participativa: Una visión crítica de las prácticas antropológicas. *Revista de Antropología Social*. (9), 27-49. (2000).
- [16] Ministerio de Educación y Formación Profesional y Administraciones educativas de las comunidades autónomas. Marco de referencia de la Competencia Digital Docente (2022).

El Valor Pedagógico de John Snow: Integración de Recursos Audiovisuales para la Enseñanza de la Epidemiología Moderna

Ana S. Ramírez^{*a, b}, José B. Poveda^{a, b}, José R. Jaber^{a, c}, Magnolia Conde-Felipe^{a, d}, Esteban Pérez-García^{a, b}, Miguel A. Quintana-Suárez^{a, c}, Ana Muniesa^f

^a Grupo de Innovación Educativa VETFUN - Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), ^b Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los Alimentos (ULPGC), ^c Departamento de Morfología (ULPGC), ^d Departamento de Sanidad Animal - Universidad de Córdoba, ^e Departamento de Ingeniería Telemática (ULPGC), ^f Departamento Patología Animal, Facultad de Veterinaria, Instituto Agroalimentario de Aragón, Universidad de Zaragoza.

*anasofia.ramirez@ulpgc.es; teléfono +34 928 457432; fax: +34 928 451142

RESUMEN

La epidemiología estudia la distribución de enfermedades y resalta la figura de John Snow como fundador de la disciplina moderna, cuyo trabajo estableció la importancia del pensamiento basado en la evidencia. Este estudio analiza cómo el uso de videos de YouTube sobre Snow puede mejorar la enseñanza de la epidemiología en estudiantes de veterinaria. Para llevar a cabo este objetivo se realizó una encuesta transversal realizada a 55 estudiantes, quienes vieron tres videos sobre Snow durante una clase práctica. Los resultados muestran que los estudiantes quedaron muy satisfechos con los mismos, considerándolos una herramienta clara, útil y positiva para aprender, y valorando la figura de Snow como innovadora y fundamental. En conclusión, el estudio confirma que el aprendizaje con videos ayuda a que la teoría epidemiológica sea más atractiva y fácil de entender.

Palabras clave: Videos, John Snow, Epidemiología

1. INTRODUCCIÓN

La **epidemiología** es la ciencia que estudia la distribución, frecuencia y determinantes de los eventos relacionados con la salud en poblaciones humanas y animales, con el objetivo de aplicar este conocimiento en la prevención, control y erradicación de enfermedades, así como en la promoción de la salud colectiva [1]. Su importancia en la **salud pública** radica en que proporciona las herramientas necesarias para identificar factores de riesgo, diseñar estrategias de prevención, evaluar intervenciones sanitarias y orientar la toma de decisiones basadas en evidencia [2].

Una figura clave de la epidemiología es John Snow (1813–1858), el cual es considerado el fundador de la epidemiología moderna. Durante un brote de cólera en Londres en 1854, Snow demostró la relación entre dicha enfermedad y el agua contaminada, en contraposición con la teoría aceptada hasta entonces que consideraba que la enfermedad se transmitía por miasmas. John Snow se basó en la observación, entrevistas y un mapa de la ciudad para demostrar que los casos se concentraban cerca de una bomba de agua específica. Incluso consiguió que los casos disminuyeran cuando evitó que dicha bomba de agua se usara durante un tiempo [3]. Por otro lado, también comparó las tasas de mortalidad entre distritos de la ciudad, mostrando que los abastecidos por fuentes de agua más contaminadas presentaban más casos [4]. Sus métodos introdujeron el uso de la estadística y la geografía en la investigación epidemiológica, sentando las bases de la salud pública moderna y las políticas de saneamiento [5].

Con estos antecedentes, resulta primordial que, en la formación de los estudiantes de epidemiología, se destaque la figura de John Snow, ya que representa el inicio del pensamiento epidemiológico moderno. Su investigación durante el brote de cólera en Londres, además de marcar un hito histórico, demostró el poder de la observación, la recogida rigurosa de datos

y el análisis crítico de los mismos para descubrir las causas de las enfermedades. Al cuestionar la teoría miasmática del cólera, Snow puso en evidencia la necesidad de basar las decisiones médicas en pruebas científicas sólidas. Su célebre decisión de cerrar la bomba de agua señalada no fue solo un acto simbólico, sino una intervención concreta que salvó vidas. Y sobre todo mostró que la epidemiología no debe limitarse a explicar los fenómenos de salud, sino que también actúa para proteger a las comunidades [6, 7]. John Snow dejó un legado que va más allá de la resolución de un brote específico. Sus métodos innovadores ayudaron a crear un enfoque basado en la evidencia, que ha sido clave para el desarrollo de la salud pública y la mejora del saneamiento urbano durante los siglos XIX y XX.

Enseñar epidemiología en el ámbito universitario, especialmente dentro de las ciencias de la salud, implica enfrentar varios retos. Uno de los más comunes es la dificultad que tienen muchos estudiantes para comprender conceptos metodológicos y estadísticos que, a primera vista, pueden parecer abstractos o alejados de la práctica clínica. Términos como *riesgo relativo*, *odds ratio*, *sesgo* o *confusión* pueden resultar especialmente complejos. Esto puede generar frustración o desmotivación, alejando a los estudiantes de una disciplina que, en realidad, es clave para entender y mejorar la salud de las poblaciones [8]. Además, no siempre se logra conectar la teoría con casos prácticos, lo que reduce la motivación y el aprendizaje significativo. Otro reto a tener en cuenta es la heterogeneidad de los perfiles del estudiantado en programas de salud pública, lo cual exige enfoques pedagógicos flexibles [9]. Para superar estas limitaciones se han introducido diversas innovaciones pedagógicas. Aquí destacamos el uso de vídeos, sobre todo si se tiene en cuenta que un estudio reciente comprobó que más del 90% de los estudiantes de veterinaria y profesionales veterinarios, especialmente los más jóvenes, utilizan internet diariamente. Por lo tanto, internet resulta una plataforma ideal para alojar vídeos como recursos de aprendizaje. De hecho, en Estados Unidos los vídeos de YouTube se utilizan habitualmente para la enseñanza y el aprendizaje [10]. Los vídeos han demostrado ser una herramienta de aprendizaje eficaz para mejorar la motivación y compromiso del alumnado [11]. En el área de la salud, los vídeos han mostrado que ayuda en la adquisición de conocimientos, si bien su impacto en el rendimiento académico necesita de más evidencia científica [12].

En este estudio se diseñó una intervención didáctica sobre la figura de John Snow. En la asignatura de Epidemiología del curso 2024-2025 impartida en el grado en Veterinaria, presentamos la figura de John Snow en forma de tres vídeos procedentes de YouTube donde se cuentan su vida y logros. Con estas actividades se quiso evaluar la satisfacción sobre la utilización de estos vídeos y la percepción de los participantes sobre la figura de John Snow.

2. MATERIALES Y MÉTODOS

Para la consecución de nuestro objetivo, se llevó a cabo un estudio transversal con los alumnos de la asignatura de Epidemiología del Grado en Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria durante el segundo semestre del curso 2024/2025. De esta manera, se visionaron tres videos cortos en la plataforma de YouTube, con una duración de unos 22 minutos, durante una de las prácticas de dicha asignatura realizada en el aula de informática. Los vídeos fueron seleccionados en base a su calidad de producción, duración, dinamismo, estar en inglés (con subtítulos en español) y alineación con los resultados de aprendizaje de la asignatura.

Los enlaces a los vídeos son los siguientes:

Vídeo 1: <https://www.youtube.com/watch?v=TLpzHHbFrHY> (7:33 minutos)

Vídeo 2: <https://www.youtube.com/watch?v=1jlsyucUwpo&t=2s> (6:04 minutos)

Vídeo 3: <https://www.youtube.com/watch?v=9NVT6iZP2qg> (8:59 minutos)

Como instrumento de medida para ver la utilidad y satisfacción de la intervención, se elaboró un cuestionario online *ad hoc* con la plataforma Google Forms. Una vez finalizada la visualización de los vídeos se invitó a los alumnos a participar en la misma. El tiempo estimado de cumplimentación del cuestionario fue de unos 2 minutos y estuvo abierto un mes, desde el 3 de abril al 2 de mayo de 2025. Se informó a los estudiantes sobre los objetivos, la voluntariedad y el uso docente-investigador de los datos. La participación fue voluntaria y anónima, considerándose que el consentimiento se obtuvo al contestar el cuestionario. Un total de 55 alumnos de una población de 71 alumnos matriculados rellenaron el cuestionario.

El cuestionario consistió en 14 preguntas divididas en tres grupos:

Datos sociodemográficos y general:

- 1) Edad (Fecha de nacimiento)
- 2) Género (Hombre, Mujer, Otro)
- 3) Me gusta la Epidemiología (Sí, No, No sabe no contesta)

Aceptabilidad y utilidad de los videos de la vida de John Snow:

- 4) Los videos presentaron la información de manera clara y comprensible.
- 5) El contenido de los videos me pareció interesante y relevante.
- 6) La duración de los videos fue adecuada para comprender el tema.
- 7) Los videos despertaron mi interés en la epidemiología.
- 8) Recomendaría estos videos a otras personas interesadas en salud pública.
- 9) Considero que estos videos son una herramienta útil para la enseñanza de la epidemiología.
- 10) En general, califico los videos como una experiencia educativa positiva.

Preguntas sobre John Snow:

- 11) John Snow hizo una contribución fundamental a la epidemiología moderna.
- 12) La metodología utilizada por John Snow para investigar el cólera fue innovadora para su época.
- 13) Los descubrimientos de John Snow ayudaron a mejorar las políticas de salud pública.
- 14) Escribe una palabra que describa a John Snow: (pregunta de respuesta libre)

Las preguntas de la encuesta desde la cuatro a la 13 se valoraron mediante una escala de Likert: (1) Muy en desacuerdo, (2) En desacuerdo, (3) Ni de acuerdo ni en desacuerdo, (4) De acuerdo y (5) Muy de acuerdo. El análisis estadístico descriptivo se llevó a cabo con los programas Excel 2016, y Epi Info 7.2. Se calcularon frecuencias, medias, porcentajes, medianas y modas. La dicotomización de las respuestas se consiguió sumando el número de individuos con un valor de la escala Likert de 4 y 5 considerando que estaban de acuerdo, y el resto de las opciones se incluyeron en el grupo en desacuerdo. Se calcularon los p-valores de las preguntas P4 a P13 con respecto a la edad, género y si les gustaba la epidemiología. Se consideró que un resultado es estadísticamente significativo cuando el p-valor fue menor de 0,05. La nube de palabras para mostrar los resultados de la pregunta de respuesta libre (P14) se realizó con la aplicación Wordart (<https://wordart.com/create>).

El presente trabajo tuvo un carácter exploratorio, centrado en describir percepciones y tendencias en la muestra. Por ello, no se realizó el cálculo de fiabilidad interna del cuestionario, ya que no se buscaba validar la escala en esta etapa. Esta decisión se considera una limitación metodológica que será abordada en investigaciones posteriores.

3. RESULTADOS

Del total de los 71 estudiantes de la población del estudio, 55 respondieron el cuestionario, lo que representa una fracción de muestreo del 77,5%. Este tamaño muestral permite un margen de error absoluto del 6,32%, lo que indica que el tamaño de la muestra es adecuado, ya que el margen de error está por debajo del 10% (comúnmente aceptado en estudios sociales y educativos). Los resultados de la encuesta mostraron que la edad de los participantes se encuentra entre los 18 y los 31 años. La media de edad era de 21 años, la mediana de 20 y la moda de 19. En cuanto al género (Figura 1), se observa que el 73% de los encuestados fueron mujeres y el 27%, hombres. Ninguno de los participantes se identificó como otro género. Respecto a la percepción sobre la epidemiología, la mayoría de los encuestados contestó de forma positiva: el 83,6% de los estudiantes indicaron que les gustaba esta disciplina, mientras que el resto, el 16,4% se decantó por la contestación “no sabe/no contesta”. Ningún participante expresó una opinión negativa al respecto. Estos datos sugirieron un alto nivel de interés y afinidad hacia la epidemiología entre los jóvenes encuestados.

Los resultados a las preguntas sobre los vídeos de John Snow se presentan en la primera parte de la Tabla 1. En la misma se pueden ver las frecuencias de contestación y sus porcentajes, además de su mediana y moda. Aquí se puede observar

que la mayoría de las contestaciones tienen como mediana y moda a la contestación de “Muy de acuerdo”. La única pregunta con una mediana y moda menor de 5 fue la pregunta 7 (Los videos despertaron mi interés en la epidemiología), si bien los alumnos la valoraron mayoritariamente con un 4 de la escala Likert (De acuerdo).

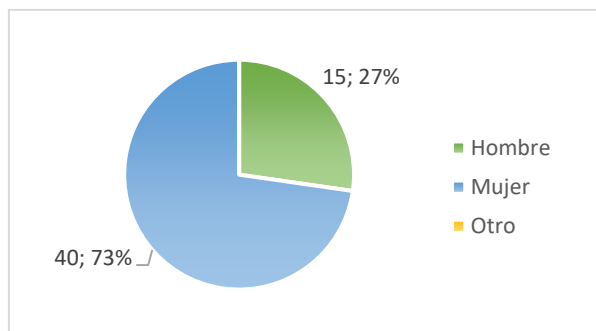


Figura 1: Distribución del género en la muestra de estudio.

Tabla 1: Resultados a las preguntas de la encuesta sobre los vídeos de la vida de John Snow.

Preguntas	Escala Likert*						
	1	2	3	4	5	Mediana	Moda
Preguntas sobre los vídeos de John Snow							
P4. Información clara y comprensible	2 (3,6%)	0 (0%)	0 (0%)	15 (27,3%)	38 (69,1%)	5	5
P5. Contenido interesante y relevante	1 (1,8%)	0 (0%)	1 (1,8%)	20 (36,4%)	33 (60%)	5	5
P6. Duración adecuada	0 (0%)	1 (1,8%)	3 (5,5%)	18 (32,7%)	33 (60%)	5	5
P7. Despertaron mi interés en la epidemiología	0 (0%)	2 (3,6%)	14 (25,5%)	24 (43,6%)	15 (27,3%)	4	4
P8. Recomendaría los vídeos	2 (3,6%)	0 (0%)	4 (7,3%)	21 (38,2%)	28 (50,9%)	5	5
P9. Herramienta útil para la enseñanza de la epidemiología	2 (3,6%)	1 (1,8%)	3 (5,5%)	17 (30,9%)	32 (58,2%)	5	5
P10. Experiencia educativa positiva	2 (3,6%)	0 (0%)	1 (1,8%)	19 (34,5%)	33 (60%)	5	5
Preguntas sobre John Snow							
P11. Hizo una contribución fundamental a la epidemiología moderna.	2 (3,7%)	0 (0%)	1 (1,9%)	12 (22,2%)	39 (72,2%)	5	5
P12. La metodología utilizada fue innovadora para su época.	2 (3,6%)	0 (0%)	2 (3,6%)	13 (23,6%)	38 (69,1%)	5	5
P13. Sus descubrimientos ayudaron a mejorar las políticas de salud pública.	2 (3,6%)	0 (0%)	2 (3,6%)	11 (20%)	40 (72,7%)	5	5

* Escala Likert de cinco puntos: 1- Muy en desacuerdo, 2- En desacuerdo, 3- Ni de acuerdo ni en desacuerdo, 4- De acuerdo, 5- Muy de acuerdo.

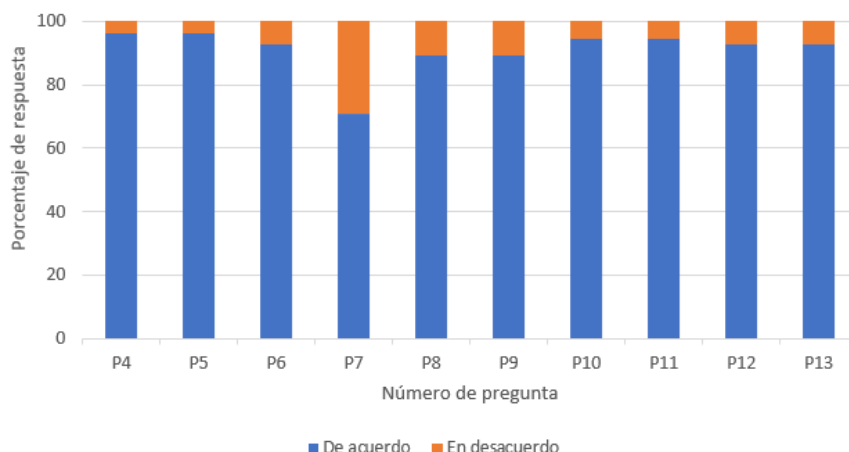


Figura 2: Porcentajes de las respuestas a las preguntas del cuestionario dicotomizadas.

En la segunda parte de la Tabla 1 están las contestaciones a las preguntas sobre el personaje de John Snow. La mayoría de los alumnos están de acuerdo con que contribuyó a la epidemiología moderna, utilizando una metodología innovadora para su época y que sus descubrimientos ayudaron a mejorar políticas de salud pública.

En la Figura 2 podemos ver los porcentajes de respuestas a las mismas preguntas, pero mostradas de forma dicotomizada. Las contestaciones se dividieron en dos: “De acuerdo” y “En desacuerdo”, Se puede ver que en casi todas las respuestas la opción “De acuerdo” apareció en más del 89%. Solo en el caso de la pregunta 7 este porcentaje bajó al 70,9%, si bien sigue siendo un porcentaje elevado.

No se encontró ninguna diferencia significativa en las contestaciones de la preguntas desde la P4 a la P13 con respecto a la edad, género o si les gustaba la epidemiología, dando todos los resultados valores superiores a 0,05.

La nube de palabras creada a partir de las contestaciones a la pregunta 14 sobre qué palabra definía a John Snow se muestra en la Figura 3. Se recogieron un total de 27 palabras, de las cuales las más repetidas fueron: perseverante (n=9) y persistente (n=8). Las palabras luchador y constante aparecieron tres veces cada una, mientras que el resto estaban duplicadas o fueron nombradas por un único alumno. Como ejemplo ilustrativo, uno de los estudiantes consideró a John Snow un “crack”.



Figura 3: Nube de palabras con las contestaciones a la pregunta de qué palabra define a John Snow.

4. DISCUSIÓN

En YouTube podemos encontrar infinidad de vídeos sobre John Snow con una duración de entre pocos minutos hasta películas completas sobre su vida. La selección de los vídeos mostrados a los alumnos se hizo en base a su calidad de producción. En este caso se trata de unos vídeos de dibujos animados con gran dinamismo y enfocados en los puntos clave de su vida, sobre todos los relacionados con los avances en la epidemiología. La duración de estos fue también muy importante. Queríamos mostrar la vida del personaje, pero sin necesitar de una película completa, los 22 minutos de los vídeos seleccionados cumplían este requisito. Además, el audio está en inglés (con subtítulos en español) lo que nos ayudó a cumplir con los créditos que impartimos en dicho idioma durante la docencia práctica de la asignatura de Epidemiología.

El aprendizaje basado en video ha surgido como una herramienta poderosa en la educación, proporcionando un medio dinámico y atractivo para la transmisión de información. Los enfoques basados en vídeos abarcan diversos métodos y estrategias para mejorar la participación y el aprendizaje de los estudiantes a través del video, lo cual es particularmente útil en la educación para la salud. Este enfoque promueve el pensamiento crítico, el diálogo y contribuyen a un mayor compromiso y adquisición de conocimientos cuando se integran en estrategias activas de enseñanza [11]. Más específicamente, el uso de vídeos como recurso didáctico en epidemiología, ha demostrado ser una herramienta valiosa para mejorar el aprendizaje y la motivación del alumnado. La combinación de actividades prácticas y vídeos ha demostrado que mejora tanto la adquisición de conocimientos como la satisfacción estudiantil [12].

Se ha argumentado que la enseñanza de epidemiología debería favorecer un enfoque más conceptual que técnico [13]. Esto significa que la comprensión de conceptos más amplios de salud pública debe de prevalecer sobre el dominio de las ecuaciones y las matemáticas. Por lo tanto, es necesario centrarse en estudios de casos históricos y su contexto [14]. Los vídeos de John Snow utilizados en las prácticas de Epidemiología cumplen con estas premisas, por un lado, pero sobre todo han sido muy bien valorados por los estudiantes considerando la experiencia educativa como positiva, resultados que están en consonancia con los descritos por Deonandan y Vaziri (2023) [15].

Nuestra actividad con vídeos tuvo como objetivo reforzar los siguientes resultados de aprendizaje específicos de la asignatura de Epidemiología: 1) Comprender el valor histórico de John Snow en el desarrollo de la epidemiología moderna, 2) valorar la importancia de la observación, el análisis crítico y el uso de la evidencia científica en la investigación epidemiológica, y 3) Reconocer la relevancia de la epidemiología en la salud pública actual. El cuestionario fue diseñado para valorar la percepción del alumnado respecto a estos aprendizajes, así como su actitud hacia la disciplina. Las preguntas de la 4 a la 10 recogen la experiencia educativa, el interés despertado y la utilidad percibida de los vídeos como recurso didáctico, mientras que las preguntas 11 a 13 evalúan directamente el conocimiento y valoración de la figura de John Snow. Esta estructura permitió vincular la intervención con los objetivos formativos. Si bien este estudio se centró en describir percepciones y la aceptabilidad de la intervención, por lo que su alcance es principalmente descriptivo. Nuestra intención no fue medir mejoras objetivas en el rendimiento, por lo que no se incluyeron medidas objetivas de aprendizaje ni se aplicaron diseños comparativos (como pre-post o grupo control). Esto impide atribuir la acción con un efecto educativo. Esta limitación debe considerarse para evitar sobrerrepresentar el impacto formativo y será abordada en investigaciones futuras con diseños más robustos. Buscábamos facilitar la comprensión conceptual y humanizar la disciplina, respondiendo a los retos pedagógicos identificados en la enseñanza universitaria de la epidemiología [16,17].

Con respecto a la nube de punto, las palabras más repetidas reflejan que los estudiantes perciben a John Snow como un modelo de esfuerzo, determinación y resiliencia científica. Esto indica que la actividad con vídeos no solo logró transmitir conocimientos históricos, sino también valores fundamentales de la práctica epidemiológica, como el pensamiento crítico, la perseverancia ante la adversidad y el compromiso con la salud pública. El uso de nube de puntos ya ha sido reconocido como una actividad atractiva e innovadora [18]. Sin embargo, en este caso no se mostró la nube de puntos a los estudiantes, sino que se les comentó antes de la visualización de los vídeos que al finalizar tendrían que definir a John Snow con una palabra, lo que les forzó a concentrarse en la actividad como se ha sugerido anteriormente [19].

5. CONCLUSIÓN

La inclusión de vídeos sobre un personaje icónico de la epidemiología en la docencia de la asignatura demostró un alto valor pedagógico. Este recurso facilitó la comprensión de conceptos teóricos al presentarlos de una forma atractiva, además de otorgar mayor sentido y aplicabilidad a esta disciplina. Los resultados sobre la satisfacción de esta intervención obtenidos en nuestro estudio sugieren que el uso de vídeos podría ser una herramienta educativa valiosa para la adquisición de conocimientos y el desarrollo de habilidades. Esta experiencia respalda la integración de materiales audiovisuales en la enseñanza de la epidemiología para reforzar tanto la dimensión humana de la disciplina como la calidad del aprendizaje.

REFERENCIAS

1. Thrusfield, M., Christley, R.: Veterinary epidemiology. 4th edn. Wiley-Blackwell, Oxford (2018).
2. Gordis, L.: Epidemiology. 5th edn. Elsevier Saunders, Philadelphia (2014).
3. Johnson, S.: The ghost map: The story of London's most terrifying epidemic—and how it changed science, cities, and the modern world. Riverhead Books, New York (2006).
4. Brody, H., Rip, M.R., Vinten-Johansen, P., Paneth, N., Rachman, S.: Map-making and myth-making in Broad Street: The London cholera epidemic, 1854. *Lancet* 356(9223), 64–68 (2000).
5. Frerichs, R.R.: John Snow: Father of modern epidemiology. UCLA Department of Epidemiology (2001). <https://www.ph.ucla.edu/epi/snow.html>
6. Snow, J.: On the mode of communication of cholera. 2nd edn. The Commonwealth Fund, New York (1936). (Originally published 1855).
7. Cameron, D., Jones, I.G.: John Snow, the Broad Street pump and modern epidemiology. *International Journal of Epidemiology* 12(4), 393–396 (1983).
8. James, S.A., Van Hoewyk, J., Belli, R.F.: Teaching epidemiology in public health: Balancing methods, theory, and practice. *Public Health* 120(10), 885–892 (2006).
9. Lau, J., Ioannidis, J.P.A., Schmid, C.H.: Teaching epidemiology: Challenges and perspectives in higher education. *BMC Medical Education* 20(1), 155 (2020).
10. Schaper, E., Ehlers, J.P., Dilly, M., Crowther, E.: Using YouTube to share teaching resources. *Journal of the American Veterinary Medical Association* 245(4), 372–373 (2014).
11. Morgado, M., Botelho, J., Machado, V., Mendes, J.J., Adesope, O., Proença, L.: Video-based approaches in health education: A systematic review and meta-analysis. *Scientific Reports* 14(1), 23651 (2024).
12. Holm, L.B., Rognes, A., Dahl, F.A.: The FLIPPED STEP study: A randomized controlled trial of flipped vs. traditional classroom teaching in a university-level statistics and epidemiology course. *International Journal of Educational Research Open* 3, 100197 (2022).
13. Riegelman, R.K., Albertine, S., Wykoff, R.: A history of undergraduate education for public health: From behind the scenes to center stage. *Frontiers in Public Health* 3, 70 (2015).
14. Goldmann, E., Stark, J.H., Kapadia, F., McQueen, M.B.: Teaching epidemiology at the undergraduate level: Considerations and approaches. *American Journal of Epidemiology* 187, 1143–1148 (2018).
15. Deonandan, R., Vaziri, A.: Supplementing an epidemiology course with online videos. *Journal of Public Health* 1(1), 1005 (2023).
16. Goldmann, E., Stark, J. H., Kapadia, F., McQueen, M.B.: Teaching epidemiology at the undergraduate level: Considerations and approaches. *American Journal of Epidemiology* 187, 1143–1148 (2018).
17. Riegelman, R.K., Albertine, S., Wykoff, R.: A history of undergraduate education for public health: From behind the scenes to center stage. *Frontiers in Public Health*, 3, 70 (2015).

18. Martínez, M.S.H. Nubes de palabras como recurso innovador para el desarrollo de competencias digitales en estudiantes de la Universidad Pedagógica Experimental Libertador. *Edución Superior* 36, 171–181 (2023).
19. Miley, F., Read, A.: Using word clouds to develop proactive learners. *Journal of the Scholarship of Teaching and Learning* 91–110 (2011).

Competencias comunicativas y aprendizaje clínico: explorando el potencial formativo del vídeo divulgativo en Veterinaria

Rubén S. Rosales^a[0000-0003-3706-0181], José B. Poveda^a[0000-0002-9846-2427], Andrés Sánchez Henao^a[0000-0003-3413-4755], Daniel Padilla^a[0000-0002-6678-5029], Luis A. Bermejo^b[0000-0003-1661-3904], Anastasio Argüello^a[0000-0002-4426-0678], Noemí Castro^a[0000-0002-3026-2031], Marta González Cabrera^a[0000-0002-9735-2162], Antonio Morales de la Nuez^a[0000-0002-0184-2037], Lorenzo E. Hernández Castellano^a[0000-0003-2729-0434]

^aInstituto Universitario de Sanidad Animal y Seguridad Alimentaria (IUSA), Facultad de Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Campus Montaña Cardones. Trasmontaña s/n. Arucas, Gran Canaria. España; ^bDepartamento de Ingeniería Agraria y del Medio Natural, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería - Sección Agraria, Universidad de La Laguna (ULL), Carretera de Geneto nº2, 38200, San Cristóbal de La Laguna, Tenerife, España

RESUMEN

La enseñanza de la comunicación científica en Veterinaria continúa siendo un reto curricular, pese a su relevancia profesional. Este estudio exploratorio analiza las percepciones del alumnado del Grado en Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria sobre la creación de vídeos divulgativos como herramienta formativa. Participaron 63 estudiantes de quinto curso, organizados en diez grupos, quienes elaboraron vídeos clínico-divulgativos de corta duración. Posteriormente, 49 estudiantes completaron un cuestionario tipo Likert y una pregunta abierta sobre aspectos narrativos, técnicos y formativos de la experiencia. Los resultados muestran una valoración muy positiva hacia la actividad y hacia el desarrollo de competencias comunicativas y de divulgación científica. Los elementos más apreciados fueron el tono, ritmo y velocidad del discurso, junto con la presencia de subtítulos y apoyos visuales. Se observaron correlaciones positivas significativas entre la percepción de la necesidad de competencias divulgativas y la utilidad de los proyectos destinados a fomentarlas ($p = 0,70$; $p < 0,01$). Los estudiantes mostraron preferencia por narraciones humanas frente a inteligencia artificial, asociando la voz humana con autenticidad y empatía. La polarización entre estilos serios y distendidos refleja distintos enfoques comunicativos dentro del grupo. En conjunto, los hallazgos sugieren que la producción de vídeos promueve el aprendizaje activo, la claridad expresiva y la integración de habilidades clínicas y comunicativas. Estos resultados apoyan la incorporación de estrategias audiovisuales en la formación veterinaria universitaria, contribuyendo a formar profesionales capaces de comunicar ciencia con rigor, sensibilidad y responsabilidad social.

Keywords: divulgación científica, videos, comunicación, casos clínicos, ciencias de la salud

1. INTRODUCCIÓN

La educación veterinaria se enfrenta en la actualidad al reto de formar profesionales no solo competentes en aspectos tradicionalmente asociados a la formación en ciencia animal (clínica, medicina, salud pública, patología, etc.), sino también a la necesidad de dotarlos de habilidades comunicativas efectivas que cada vez son más esenciales para el futuro profesional del alumnado. Las competencias comunicativas son especialmente importantes en ciencias veterinarias ya que el profesional no solo debe diagnosticar y tratar animales, sino también establecer una comunicación clara, empática y profesional con los tutores, ganaderos, colegas y otros grupos de interés, lo que resulta clave por ejemplo para lograr la adherencia a los tratamientos, la toma de decisiones éticas y la gestión eficaz de situaciones clínicas, productivas y sanitarias. A pesar de su relevancia, la enseñanza explícita de comunicación científica o divulgativa sigue siendo escasa en muchos planes de estudios de titulaciones en veterinaria. Incorporar producción de vídeos divulgativos en la enseñanza de casos clínicos emerge como una estrategia prometedora para fortalecer esta competencia. El presente trabajo exploratorio preliminar busca aportar evidencia sobre el diseño óptimo de tales vídeos entre estudiantes de veterinaria. La comunicación efectiva está vinculada a resultados clínicos, adherencia terapéutica y satisfacción del cliente en el ejercicio veterinario. Diversas revisiones e investigaciones apoyan que un mejor intercambio informativo entre veterinario y cliente mejora la comprensión de recomendaciones, la confianza y el cumplimiento del tratamiento [1,2]. En el contexto veterinario, distintas situaciones (trato directo con el cliente, aspectos relativos al bienestar animal, aspectos económicos, comunicación de diagnósticos inciertos o reservados) requieren habilidades diferenciadas de comunicación, lo que exige a su vez preparación específica desde la formación del alumnado [3,4].

Aunque la importancia de la comunicación veterinaria es cada vez más reconocida, el currículum formativo de muchas facultades no cuenta con cursos formales estructurados en comunicación o divulgación, o competencias específicas que cubran dichos aspectos. Además, existe evidencia relativa a la enseñanza veterinaria donde se demuestra como los graduados frecuentemente no están preparados para afrontar la diversidad de escenarios comunicativos en la práctica clínica [3,5].

El uso de videos, en conjunto con otras estrategias adicionales para el desarrollo de competencias comunicativas de estudiantes de veterinaria ha sido aplicado previamente con éxito [6]. No obstante, este tipo de iniciativas aún no son generalizadas ni sistemáticas en la enseñanza veterinaria.

Además del ámbito veterinario, los vídeos didácticos han demostrado eficacia en distintos ámbitos de la educación en ciencias de la salud. Por ejemplo, una revisión sistemática meta-analítica mostró que el aprendizaje mediante vídeo tiene un efecto significativo sobre la adquisición de conocimiento y sobre el desarrollo de habilidades clínicas comparado con métodos tradicionales [7]. Asimismo, la enseñanza digital de habilidades clínicas, en modalidades híbridas (en línea o presencial) o completamente a distancia, ha demostrado resultados equivalentes o mejores que la enseñanza presencial en estudios recientes de educación médica, mejorando además la satisfacción general de estudiantado [8]. En el ámbito de la educación clínica, un ensayo reciente demostró como los vídeos enfocados al aprendizaje clínico basado en toma de decisiones mejora además de la satisfacción del estudiantes como descrito anteriormente, la capacidad de razonamiento clínico de los estudiantes, frente a métodos tradicionales de formación en casos clínicos [9].

El presente trabajo pretende obtener datos sobre las percepciones de estudiantes de veterinaria en cuanto al formato, estilo narrativo, duración, grado de tecnicismo, recursos visuales, tono de presentación, ritmo y estructura ideal de vídeos clínico-divulgativos. Con esos datos, se pretende elaborar recomendaciones fundamentadas para guías de buenas prácticas en producción de vídeos docentes en clínica veterinaria que sirvan para crear las bases de evidencia que permitan integrar formalmente en el currículo competencias de comunicación audiovisual divulgativa, con evaluación y retroalimentación estructurada. El enfoque de este proyecto responde a la necesidad de cerrar la brecha entre la excelencia técnica y la eficacia comunicativa, preparando a futuros veterinarios no solo para diagnosticar y tratar, sino para transmitir con claridad, credibilidad y alcance.

2. METODOLOGÍA

2.1 Plan de trabajo

El presente estudio se desarrolló en el marco de la asignatura Medicina Interna I, correspondiente al quinto curso del Grado en Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Participaron 63 estudiantes, distribuidos en 10 grupos de entre 6 y 8 integrantes, a quienes se les asignaron temas clínicos de relevancia en animales de producción (rumiantes y porcino), a los que se les explico la naturaleza de la actividad y estrategia de evaluación con antelación, además de obtener su consentimiento para el uso de los videos generados. La asignación de temas se realizó de manera aleatoria, con el fin de garantizar la heterogeneidad y representatividad de los contenidos tratados.

A cada grupo se le proporcionaron instrucciones precisas sobre la elaboración del vídeo: debía tener una duración comprendida entre 1,5 y 3 minutos, grabarse en formato vertical, y estructurarse en torno a un caso clínico o proceso patológico concreto, abordando los aspectos diagnósticos, terapéuticos y preventivos con un lenguaje claro, riguroso y accesible. Se fomentó el uso de recursos audiovisuales complementarios (imágenes, gráficos, clips de vídeo, animaciones o subtítulos) que reforzaran la comprensión del contenido y la atención del espectador.

Además, se proporcionaron ejemplos de vídeos divulgativos y de buenas prácticas en comunicación científica, con el objetivo de orientar al alumnado sobre aspectos formales, narrativos y éticos de la divulgación, así como sobre la importancia de adaptar el mensaje al público objetivo [10-12].

Con el fin de garantizar la transparencia y coherencia del proceso evaluativo, los estudiantes recibieron una rúbrica de valoración diseñada específicamente para esta actividad. Esta rúbrica incluyó cinco dimensiones principales:

- **Contenido:** rigor científico, profundidad y estructura lógica del mensaje.
- **Originalidad:** creatividad y capacidad para presentar ideas o enfoques novedosos.
- **Uso del lenguaje:** claridad, precisión terminológica y adecuación al público objetivo.
- **Recursos visuales y multimedia:** calidad técnica e integración con la narrativa que refuerce el mensaje.

- **Interacción e impacto en el público:** capacidad del vídeo para captar la atención, mantener el interés y fomentar la reflexión o curiosidad.

Cada criterio se calificó en una escala de 1 (insuficiente) a 4 (excelente), con descriptores específicos para cada nivel, lo que permitió una evaluación tanto cuantitativa como cualitativa del desempeño.

La actividad se desarrolló durante un cuatrimestre académico, y los vídeos fueron presentados en sesión plenaria ante el grupo clase y el profesorado responsable.

2.2 Evaluación de la percepción por parte del alumnado

Tras la entrega y exposición de los vídeos, se aplicó una encuesta anónima diseñada ad hoc basado en la herramienta en línea Microsoft 365 Forms® con el fin de conocer las preferencias, percepciones y actitudes del alumnado en relación con la elaboración de vídeos divulgativos y su potencial como herramienta de aprendizaje.

El cuestionario incluyó una serie de ítems cerrados formulados en escala del 1 al 5 tipo Likert (muy en desacuerdo a muy de acuerdo), orientadas a explorar aspectos específicos relacionados con el formato, el estilo narrativo y el valor formativo de la actividad. Las preguntas abarcaban tanto dimensiones estéticas y comunicativas (tono, ritmo, presencia del narrador, uso de memes, subtítulos) como percepciones sobre la utilidad pedagógica y el desarrollo de competencias de divulgación científica.

Entre las preguntas empleadas se incluyeron las siguientes:

1. *¿Crees necesario el desarrollo de competencias en divulgación científica/profesional en redes sociales?*
2. *¿Crees que es útil el desarrollo de proyectos que mejoren este tipo de competencias?*
3. *Desde tu punto de vista, ¿te ha sido de utilidad la actividad de creación de videos?*
4. *Prefiero narraciones hechas por humanos*
5. *Prefiero narraciones hechas por inteligencia artificial (IA)*
6. *La presencia de texto/subtítulos añade valor al video*
7. *Prefiero que aparezca la imagen del/de la narrador@*
8. *La velocidad del diálogo es importante para captar mi atención*
9. *El tono/ritmo del diálogo es importante para captar mi atención*
10. *Prefiero videos de divulgación "serios", que no usen memes o imágenes graciosas*
11. *Prefiero videos que sean distendidos, con uso de memes, que relajen la atmósfera del tema*

Además, se añadió una pregunta abierta destinada a obtener información cualitativa más profunda:

- *¿Qué parámetros consideras esenciales o relevantes para que un vídeo de divulgación científica sea interesante?*

Las respuestas a esta pregunta abierta permitieron identificar los elementos valorados por los estudiantes como determinantes en la eficacia y atractivo de los vídeos divulgativos, complementando la información cuantitativa del cuestionario.

2.3 Análisis descriptivo

Los datos obtenidos a partir de la encuesta fueron recogidos en un base de datos creada en Microsoft Excel 365®. Los porcentajes de distribución de las preguntas tipo Likert y las gráficas asociadas fueron obtenidos usando el mismo programa. Adicionalmente se realizó un análisis de correlación de Spearman entre los resultados obtenidos para cada pregunta tipo Likert con el fin de identificar posibles asociaciones entre las percepciones del alumnado sobre distintos aspectos del formato y la utilidad de los vídeos divulgativos usando el programa de análisis estadístico SPSS Statistics® v26 (IBM). La interpretación de los valores de correlación se realizó como anteriormente descrito [13] (valores absolutos entre 0,00 y 0,10 se consideran despreciables, entre 0,10 y 0,39 débiles, entre 0,40 y 0,69 moderados, entre 0,70 y 0,89 fuertes, y entre 0,90 y 1,00 muy fuertes).

3. RESULTADOS

El cuestionario fue completado por un total de 49 estudiantes. En términos globales, los resultados muestran una actitud muy positiva hacia la comunicación científica audiovisual. La Tabla 1 muestra los datos descriptos obtenidos tras el análisis de las preguntas tipo Likert. La mayoría de los ítems obtuvieron valores medios y medianas superiores a 4, lo que refleja un elevado nivel de acuerdo con la utilidad y pertinencia de las actividades de creación de vídeos en la formación veterinaria.

Los ítems con mayor nivel de consenso fueron aquellos vinculados a la claridad y calidad comunicativa del mensaje, como el tono y ritmo del diálogo (pregunta 9; $Me = 5$, $\bar{X} = 4,90$) y la velocidad del diálogo (pregunta 8; $Me = 5$, $\bar{X} = 4,78$), fueron los mejor valorados, indicando que los estudiantes consideran la entonación, el ritmo y la modulación como elementos clave para captar y mantener la atención del público.

Tabla 1. Valores estadísticos descriptivos de las preguntas tipo Likert

Nº	Pregunta	Media	Mediana	Desviación estándar	Mínimo	Máximo
1	¿Crees necesario el desarrollo de competencias en divulgación científica/profesional en redes sociales?	4,29	4	0,76	1	5
2	¿Crees que es útil el desarrollo de proyectos que mejoren este tipo de competencias?	4,24	4	0,72	1	5
3	Desde tu punto de vista, ¿te ha sido de utilidad la actividad de creación de videos?	3,82	4	0,75	1	5
4	Prefiero narraciones hechas por humanos	3,69	4	1,06	1	5
5	Prefiero narraciones hechas por inteligencia artificial	3,00	3	0,98	1	5
6	La presencia de texto/subtítulos añade valor al video	4,53	5	0,58	3	5
7	Prefiero que aparezca la imagen del/de la narrador@	3,04	3	0,96	1	5
8	La velocidad del diálogo es importante para captar mi atención	4,78	5	0,42	4	5
9	El tono/ritmo del diálogo es importante para captar mi atención	4,90	5	0,31	4	5
10	Prefiero videos de divulgación "serios", que no usen memes o imágenes graciosas	2,63	3	0,88	1	5
11	Prefiero videos que sean distendidos, con uso de memes, que relajen la atmósfera del tema	3,65	4	0,86	2	5

De forma complementaria, la presencia de subtítulos (pregunta 6) obtuvo también puntuaciones muy elevadas ($Me = 5$, $\bar{X} = 4,53$), lo que refuerza la percepción de que los apoyos visuales mejoran la comprensión del contenido, especialmente cuando la información es técnica o densa.

En cuanto a la dimensión formativa, los estudiantes expresaron un alto grado de acuerdo con la relevancia de las competencias de divulgación científica. La pregunta “Crees necesario el desarrollo de competencias en divulgación científica/profesional en redes sociales” (pregunta 1) obtuvo una mediana de 4, al igual que “Crees que es útil el desarrollo de proyectos que mejoren este tipo de competencias” (pregunta 2; $Me = 4$). Esto refleja una conciencia profesional creciente sobre la importancia de comunicar ciencia de forma clara, tanto en entornos académicos como en plataformas digitales.

Por otro lado, la pregunta 3 “Desde tu punto de vista, ¿te ha sido de utilidad la actividad de creación de videos?” obtuvo también una mediana de 4, indicando el valor percibido por parte de los alumnos.

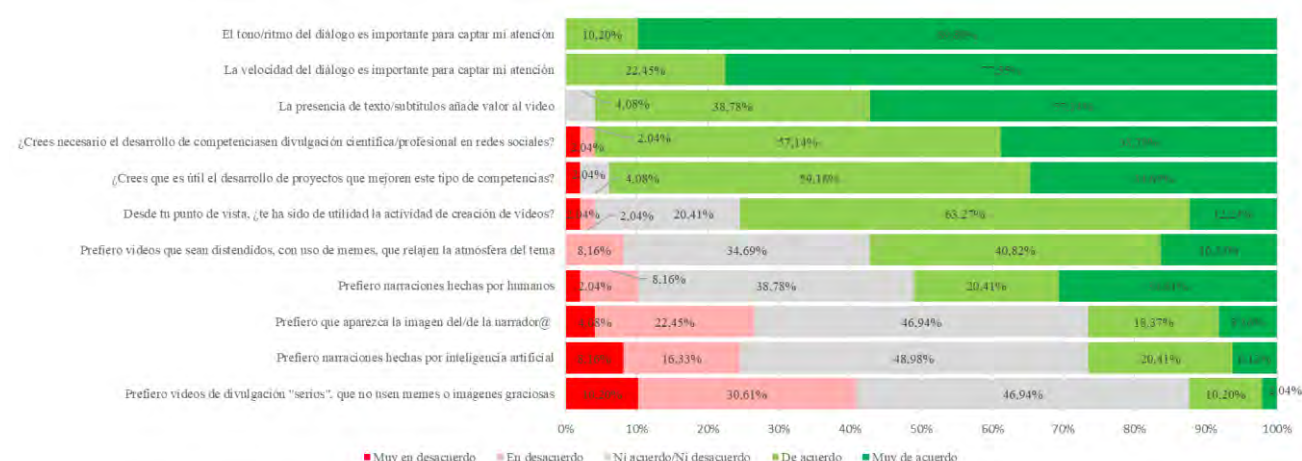
Respecto al formato narrativo, la mayoría manifestó una preferencia por narraciones humanas (pregunta 4; $Me = 4$, $\bar{X} = 3,69$) frente a las narraciones realizadas por inteligencia artificial ($Me = 3$, $\bar{X} = 3,00$). Esta diferencia indica una clara

inclinación hacia la naturalidad y cercanía comunicativa, percibiendo la voz humana como más efectiva para transmitir credibilidad y empatía.

No obstante, la presencia física del narrador en el vídeo generó opiniones divididas ($Me = 3$, $\bar{X} = 3,04$), lo que sugiere que, aunque la voz es un componente clave, la aparición visual del narrador no se considera imprescindible si el contenido y la narración son claros. En cuanto al tono del vídeo, se observa una polarización en las preferencias. El ítem “Prefiero vídeos serios, sin memes o imágenes graciosas” (pregunta 10; $Me = 3$, $\bar{X} = 2,63$) y “Prefiero vídeos distendidos, con uso de memes” (pregunta 11; $Me = 4$, $\bar{X} = 3,65$) presentan distribuciones variables. Esto revela la coexistencia de dos estilos comunicativos dentro del grupo, uno que valora la formalidad y el rigor, y otro que aprecia la incorporación de recursos humorísticos o informales como herramientas de dinamización y conexión con el público, siendo este último tipo el favorecido por el estudiantado.

La distribución de respuestas en base a la escala Likert puede observar en la Figura 1.

Figura 1. Distribución porcentual de respuestas tipo Likert



El análisis de correlaciones de Spearman (Tabla 2 y Tabla 3) permitió identificar relaciones relevantes entre las distintas dimensiones evaluadas. Existe una correlación positiva fuerte ($\rho = 0,70$) entre la percepción de la necesidad de desarrollar competencias divulgativas y la utilidad de los proyectos orientados a mejorarlas. Esto indica una relación directa entre la valoración de la actividad y la comprensión de su propósito formativo. Se observó una correlación negativa moderada ($\rho = -0,49$) entre la preferencia por narraciones humanas y la preferencia por narraciones mediante IA, evidenciando que quienes priorizan la autenticidad vocal tienden a rechazar el uso de narradores artificiales. La valoración de la voz humana correlacionó positivamente con la preferencia por la aparición visual del narrador ($\rho = 0,48$), lo que sugiere que ambos aspectos se perciben como elementos de presencia comunicativa. Las variables velocidad y tono del diálogo presentaron una correlación positiva moderada ($\rho = 0,46$), confirmando que los estudiantes asocian ambos factores como componentes de la eficacia narrativa. Finalmente, se detectó una correlación negativa fuerte ($\rho = -0,51$) entre las afirmaciones “Prefiero vídeos serios” y “Prefiero vídeos con memes”, lo que evidencia dos perfiles comunicativos diferenciados entre los participantes.

Tabla 2. Coeficientes de correlación de Spearman entre las diferentes preguntas basadas en la escala Likert (1 a 11). Valores en negrita y cursiva: La correlación es significativa en el nivel 0,01 (bilateral). Valores en negrita: La correlación es significativa en el nivel 0,05 (bilateral).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1		0,70	0,39	0,20	-0,06	0,22	0,05	0,19	0,23	-0,02	0,23
2	0,70		0,42	0,23	-0,12	0,14	0,10	0,19	0,28	-0,10	0,14
3	0,39	0,42		0,19	0,00	-0,05	-0,03	0,15	-0,04	-0,09	0,14
4	0,20	0,23	0,19		-0,49	0,04	0,48	0,05	0,18	0,25	-0,19
5	-0,06	-0,12	0,00	-0,49		0,15	-0,25	0,15	0,01	-0,21	0,13
6	0,22	0,14	-0,05	0,04	0,15		0,21	0,48	0,36	-0,01	-0,02
7	0,05	0,10	-0,03	0,48	-0,25	0,21		0,11	0,17	0,15	-0,01
8	0,19	0,19	0,15	0,05	0,15	0,48	0,11		0,46	-0,07	0,01
9	0,23	0,28	-0,04	0,18	0,01	0,36	0,17	0,46		0,02	-0,12
10	-0,02	-0,10	-0,09	0,25	-0,21	-0,01	0,15	-0,07	0,02		-0,51
11	0,23	0,14	0,14	-0,19	0,13	-0,02	-0,01	0,01	-0,12	-0,51	

Tabla 3. Interpretación de valores representativos de correlación

Variables correlacionadas	ρ (Spearman)	p-valor (bilateral)	Significación	Interpretación
Competencias en divulgación ↔ Proyectos que mejoren estas competencias	0.70	< 0.001	p < 0.01	Fuerte correlación positiva: los estudiantes que reconocen la necesidad de competencias divulgativas valoran también los proyectos destinados a desarrollarlas.
Narraciones humanas ↔ Narraciones con inteligencia artificial	-0.49	< 0.001	p < 0.01	Correlación negativa moderada: quienes prefieren narradores humanos tienden a rechazar la narración mediante IA.
Narraciones humanas ↔ Imagen del narrador	0.48	< 0.001	p < 0.01	Correlación positiva moderada: la voz humana se asocia con la preferencia por la presencia visual del narrador.
Velocidad del diálogo ↔ Tono/ritmo del diálogo	0.46	< 0.001	p < 0.01	Correlación positiva moderada: ambos aspectos se perciben como componentes interdependientes de la eficacia comunicativa.
Videos serios ↔ Videos con memes	-0.51	< 0.001	p < 0.01	Correlación negativa fuerte: existen dos perfiles comunicativos diferenciados (formal vs. distendido).
Subtítulos ↔ Velocidad del diálogo	0.48	0.002	p < 0.01	Correlación positiva moderada: quienes valoran la velocidad del diálogo también aprecian los subtítulos como apoyo para seguir el contenido.
Competencias en divulgación ↔ Utilidad percibida de la actividad	0.39	0.007	p < 0.01	Relación positiva significativa: quienes perciben la actividad como útil tienden a valorar más la necesidad de desarrollar competencias de comunicación.

Proyectos que mejoren competencias ↔ Utilidad de la actividad	0.42	0.005	p < 0.01	Los estudiantes que consideran valiosos los proyectos formativos perciben la actividad de creación de vídeos como una experiencia de aprendizaje efectiva.

En relación a la pregunta abierta (*¿Qué parámetros consideras esenciales o relevantes para que un video de divulgación científica sea interesante?*), las respuestas del alumnado mostraron un consenso general en torno a cinco aspectos clave. En primer lugar, destacó la claridad comunicativa, mencionándose la importancia del tono, la entonación y la velocidad del discurso, así como la necesidad de un narrador dinámico y expresivo. En segundo lugar, se valoró la calidad visual y técnica, especialmente la presencia de subtítulos, buena calidad de audio e imágenes coherentes con el mensaje. También se subrayó la estructura del vídeo, que debe ser breve, ordenada y con una introducción que capte la atención. En el plano del contenido, los estudiantes señalaron que debe existir un equilibrio entre rigor científico y lenguaje accesible, adaptado al público objetivo. Por último, algunos valoraron positivamente el uso moderado de humor o elementos visuales creativos para favorecer la cercanía y el interés del espectador.

En conjunto, las respuestas reflejan que el alumnado asocia la eficacia del vídeo divulgativo con la combinación de precisión científica, claridad narrativa y atractivo visual, confirmando los resultados cuantitativos obtenidos en las preguntas cerradas.

Los resultados globales reflejan una alta aceptación y valoración de la actividad de creación de vídeos como herramienta didáctica y como medio de adquisición de competencias profesionales en comunicación científica. El alumnado reconoce el valor formativo de la divulgación y la relevancia del componente audiovisual en la práctica veterinaria contemporánea, especialmente en contextos de educación, sensibilización y transferencia de conocimiento. La información obtenida permite delinear dos dimensiones principales en la percepción estudiantil, una dimensión técnico-comunicativa, que agrupa los elementos relacionados con la claridad, ritmo, velocidad, tono y uso de subtítulos, considerados determinantes para la eficacia del mensaje, una dimensión estética-narrativa, vinculada al estilo del vídeo (serio vs. distendido) y al tipo de narración (humana vs. artificial), que refleja distintas sensibilidades comunicativas dentro del grupo.

En conjunto, los datos sugieren que el estudiantado valora especialmente la autenticidad, el dinamismo y la claridad del discurso como rasgos esenciales de la divulgación eficaz, confirmando la pertinencia de integrar este tipo de proyectos en la formación veterinaria universitaria.

4. CONCLUSIONES

Los resultados de este estudio confirman que la producción de vídeos divulgativos constituye una herramienta pedagógica altamente valorada por el alumnado de Veterinaria, tanto por su potencial para reforzar competencias comunicativas como por su capacidad para fomentar el aprendizaje activo y la apropiación significativa del conocimiento clínico. La elevada puntuación obtenida en ítems relacionados con la claridad narrativa, el tono y la velocidad del discurso refleja la conciencia de los estudiantes sobre la importancia de la forma en la transmisión del contenido científico. Este hallazgo coincide con la literatura previa, que destaca que la comunicación audiovisual eficaz requiere una combinación equilibrada de rigor y accesibilidad, elementos fundamentales para generar interés y comprensión en audiencias diversas [10-12].

El valor pedagógico de esta experiencia también se sustenta en el reconocimiento general de la divulgación científica como una competencia profesional relevante. La fuerte correlación observada entre la percepción de necesidad de formación en comunicación y la utilidad de los proyectos diseñados para fomentarla sugiere una alineación entre la motivación intrínseca del alumnado y los objetivos de aprendizaje. Este hallazgo es coherente con estudios que señalan que los programas que integran formación explícita en comunicación clínica mejoran la autopercepción de competencia y la comprensión del rol social del veterinario [14].

Otro aspecto destacado es la preferencia general por narraciones humanas frente a aquellas generadas mediante inteligencia artificial, asociada a una percepción de mayor autenticidad y empatía. La correlación positiva entre la voz humana y la aparición visual del narrador refuerza la idea de que la “presencia comunicativa” —sea auditiva o visual— constituye un elemento esencial para la credibilidad del mensaje. Esto concuerda con los principios de la comunicación efectiva descritos por Adams y Kurtz [15], quienes subrayan que la conexión emocional y la claridad expresiva son determinantes en la confianza y la comprensión durante las interacciones veterinario-cliente. No obstante, la apertura parcial hacia formatos

narrados por IA indica que existe un espacio para la experimentación con tecnologías emergentes, siempre que se mantenga la naturalidad del discurso.

La diversidad de opiniones respecto al tono del vídeo (serio versus distendido) revela la existencia de dos estilos comunicativos predominantes entre los estudiantes. Este hallazgo puede interpretarse como una manifestación de la pluralidad de estrategias discursivas que conviven en la comunicación científica contemporánea, donde coexisten enfoques formales orientados a la precisión y enfoques más creativos o humorísticos destinados a aumentar el alcance y la conexión emocional con el público [11]. Este resultado invita a fomentar en la formación veterinaria la flexibilidad comunicativa y la capacidad de adaptar el registro en función del contexto, del tipo de mensaje y del público objetivo, competencias que resultan cruciales en la práctica clínica real [5].

Asimismo, la elevada valoración de los subtítulos y del apoyo visual coincide con los resultados de revisiones sistemáticas que han evidenciado que los recursos audiovisuales mejoran la retención de información y la atención sostenida en la enseñanza de ciencias de la salud [7,8]. En este sentido, la producción de vídeos no solo promueve el aprendizaje significativo, sino que también favorece la accesibilidad y la inclusión, aspectos alineados con las tendencias actuales de digitalización y comunicación multiformato en educación superior.

En conjunto, los datos de este estudio sugieren que integrar proyectos de comunicación científica en formato audiovisual dentro del currículo veterinario puede contribuir de manera significativa al desarrollo de competencias profesionales transversales. Estas incluyen la capacidad de comunicar de manera clara, empática y ética, competencias esenciales para la práctica clínica, la educación sanitaria y la divulgación pública de la ciencia [1,4]. Además, la correlación positiva entre la utilidad percibida de la actividad y la valoración de la necesidad de competencias divulgativas respalda la idea de que las experiencias prácticas, creativas y contextualizadas generan aprendizajes más duraderos y significativos.

En conclusión, este estudio proporciona evidencia preliminar que respalda la incorporación de estrategias de comunicación audiovisual como herramienta didáctica en la formación veterinaria universitaria, sirviéndonos como base para poder desarrollar en un futuro una guía de buenas prácticas para la elaboración de vídeos divulgativos en nuestro ámbito docente. La creación de vídeos divulgativos permite articular conocimientos clínicos con habilidades comunicativas, potenciando la motivación, el pensamiento crítico y la competencia profesional del alumnado. Futuras investigaciones deberían profundizar en el impacto longitudinal de este tipo de intervenciones, evaluando su influencia sobre el desempeño clínico, la empatía comunicativa y la transferencia de conocimiento hacia el público general. Incorporar estas experiencias de forma sistemática en el currículo puede contribuir a formar veterinarios no solo técnicamente competentes, sino también capaces de comunicar ciencia con claridad, sensibilidad y responsabilidad social.

5. AGRADECIMIENTOS

El presente estudio se ha realizado dentro del marco del proyecto de innovación educativa PIE-INT 2024-34 - Uso de estrategias de divulgación científico/técnica como herramienta de mejora de aprendizaje, financiado por la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

6. REFERENCIAS

1. McDermott, M. P., Tischler, V. A., Cobb, M. A., Robbé, I. J. and Dean, R. S., "Veterinarian–Client Communication Skills: Current State, Relevance, and Opportunities for Improvement," <https://doi.org/10.3138/jvme.0115-006R> **42**(4), 305–314 (2015).
2. Kleinsorgen, C. and Artemiou, E., "Advancing veterinary clinical communication," *J Vet Sci* **26**(1), e10 (2025).
3. Adams, C. L. and Kurtz, S., "Coaching and feedback: enhancing communication teaching and learning in veterinary practice settings," *J Vet Med Educ* **39**(3), 217–228 (2012).
4. Pun, J. K. H., "An integrated review of the role of communication in veterinary clinical practice," *BMC Vet Res* **16**(1), 394 (2020).
5. van Gelderen, I. and Taylor, R., "Developing Communication Competency in the Veterinary Curriculum," *Animals (Basel)* **13**(23), 3668 (2023).
6. Bahramsoltani, M., Bröer, S., Langforth, S., Eule, C., Prior, A., Vogt, L., Li, T. T., Schirone, R., Pohl, A. and Jensen, K. C., "Outcome of Communication Training in Veterinary Studies: Influence on the Perception of the

- Relevance of Veterinary Competencies and Self-Assessment of Communication Skills,” *Animals* **13**(9), 1516 (2023).
7. Morgado, M., Botelho, J., Machado, V., Mendes, J. J., Adesope, O. and Proença, L., “Video-based approaches in health education: a systematic review and meta-analysis,” *Sci Rep* **14**(1), 23651 (2024).
8. McGee, R. G., Wark, S., Mwangi, F., Drovandi, A., Alele, F. and Malau-Aduli, B. S., “Digital learning of clinical skills and its impact on medical students’ academic performance: a systematic review,” *BMC Med Educ* **24**(1), 1–23 (2024).
9. Wang, J., Jiang, Y., Fu, X., Gou, R., Sun, Z., Li, G., Zhang, W., Nie, J., Wang, W., Zhao, K., Wang, L. and Zhang, R., “Evaluating the impact of interactive video-based case-based learning in clinical medical education: a randomized controlled trial,” *Front Med (Lausanne)* **12**, 1556018 (2025).
10. Navarro, I. and Revuelta, G., “Como hacer un video científico,” Observatorio de la Comunicación Científica Universidad Pompeu Fabra, 4 October 2016, <<https://www.upf.edu/documents/270602823/278608043/video-cientifico.compressed.pdf/18b8e726-89b1-d51e-2b1d-17ae1b885b94?t=1696491309097>> (4 September 2025).
11. Navaro Ardoy, L., “Cómo divulgar ciencia con éxito y rigor en YouTube y TikTok – DUPO – Diario de la Universidad Pablo de Olavide,” *The Conversation*, 30 January 2024, <<https://www.upo.es/diario/theconversation/2024/01/como-divulgar-ciencia-con-exito-y-rigor-en-youtube-y-tiktok/>> (12 June 2025).
12. Rojas, M., “Where do I start? Foolproof formulas for starting a scientific video (I) | Ciberimaginario,” 10 January 2021, <<https://ciberimaginario.es/2021/01/10/formulas-video-cientifico/>> (1 May 2025).
13. Schober, P. and Schwarte, L. A., “Correlation coefficients: Appropriate use and interpretation,” *Anesth Analg* **126**(5), 1763–1768 (2018).
14. Bahramsoltani, M., Bröer, S., Langforth, S., Eule, C., Prior, A., Vogt, L., Li, T. T., Schirone, R., Pohl, A. and Jensen, K. C., “Outcome of Communication Training in Veterinary Studies: Influence on the Perception of the Relevance of Veterinary Competencies and Self-Assessment of Communication Skills,” *Animals* **13**(9), 1516 (2023).
15. Schull, D. N., Kyle, G. J., Coleman, G. T. and Mills, P. C., “Attributes of Clinical Role Models as Described by Senior Veterinary Students in Australia,” <https://doi.org/10.3138/jvme.0311-032R> **39**(3), 263–266 (2012).

Cartografía reflexiva, mapa conceptual, pensamiento metacognitivo, Biología y Geología, educación científica

José María Morales de Francisco^a, Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites^b y Maria Luisa Calatayud Estrada^c

^aDepartamento de Didácticas Específicas, Facultad de Ciencias de la Educación, 35004 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

^bDepartamento de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingenieros Industriales y Civiles, 35017 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

^cDepartamento de Investigación y Psicología en Educación. Facultad de Educación, 28040 Universidad Complutense de Madrid, España

ABSTRACT

Este artículo presenta una propuesta metodológica fundamentada, denominada Cartografía Reflexiva, orientada a promover la comprensión profunda y el pensamiento metacognitivo en Biología y Geología de 1.º de Educación Secundaria Obligatoria mediante el uso didáctico del mapa conceptual. La secuencia instruccional, articulada en seis fases —activación semántica, discusión conceptual, modelado, construcción inicial, revisión y mejora, y metacognición final—, integra los Primeros Principios de Instrucción de Merrill, la taxonomía revisada de Anderson y el enfoque sociocultural de Vygotsky, en coherencia con el currículo LOMLOE.

El manuscrito no presenta resultados empíricos, sino que se configura como un diseño teórico-metodológico en fase de fundamentación, orientado a su posterior aplicación y validación. Para atender las recomendaciones de revisión, se incorpora una descripción sintética de la propuesta de validación prevista, que incluye muestra estimada, instrumentos de evaluación (rúbrica de pensamiento reflexivo, análisis de mapas conceptuales y cuestionario metacognitivo) y análisis esperados. La contribución principal radica en ofrecer un modelo replicable y transferible para resignificar el aprendizaje de los contenidos geocientíficos, fortalecer la autorregulación y hacer visibles los procesos de pensamiento del alumnado.

Keywords: Cartografía reflexiva, mapa conceptual, pensamiento metacognitivo, educación científica, Biología y Geología, LOMLOE

1. INTRODUCCIÓN

¿Pueden los mapas conceptuales convertirse en una herramienta para aprender mejor ciencias y, al mismo tiempo, reflexionar sobre cómo se aprende? Este trabajo parte de esa pregunta y del reto de promover un aprendizaje significativo y autorregulado en el área de Biología y Geología en 1.º de ESO.

El presente artículo se enmarca en la categoría de propuesta metodológica fundamentada. No pretende presentar resultados empíricos, sino describir el diseño teórico y didáctico de una secuencia instruccional basada en la cartografía reflexiva, susceptible de ser aplicada y validada en contextos educativos reales. Este enfoque busca ofrecer un modelo de intervención coherente con la LOMLOE y con los principios de enseñanza activa y reflexiva en Ciencias.

La propuesta se fundamenta en teorías clásicas del aprendizaje significativo, la representación gráfica del conocimiento y la autorregulación cognitiva, y se estructura siguiendo una secuenciación instruccional basada en principios pedagógicos derivados de la psicología del aprendizaje.

Información adicional del autor: (Enviar correspondencia a A.A.A.)

A.A.A.: E-mail: jose.morales@ulpgc.es, Teléfono: +34 (928) 45-89-27

2. METODOLOGÍA

Contexto y objetivos específicos

El diseño metodológico que se presenta corresponde a una fase de fundamentación teórico-práctica dentro del marco de la innovación educativa. Se estructura como una secuencia de enseñanza orientada a su futura validación mediante estudios de aula. Su propósito es ofrecer un modelo replicable que articule la comprensión conceptual y la autorregulación cognitiva en Ciencias.

Los objetivos específicos de la propuesta son promover la construcción guiada y autónoma del conocimiento científico, favorecer la reflexión metacognitiva sobre el propio aprendizaje, integrar las competencias clave del currículo LOMLOE —en especial la competencia STEM, la competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA) y la competencia digital (CD)— en el área de Biología y Geología, y establecer una base para futuras investigaciones sobre la eficacia de la Cartografía Reflexiva.

Fundamentación teórica y diseño de la propuesta

La fundamentación teórica que sustenta la propuesta metodológica se apoya en enfoques constructivistas y competenciales que conciben el aprendizaje como un proceso activo, situado y orientado a la comprensión profunda.

Los objetivos específicos de la propuesta son promover la construcción guiada y autónoma del conocimiento científico; favorecer la reflexión metacognitiva sobre el propio aprendizaje; integrar las competencias clave del currículo LOMLOE —en especial la competencia STEM, la competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA) y la competencia digital (CD)— en el área de Biología y Geología; y establecer una base para futuras investigaciones sobre la eficacia de la Cartografía Reflexiva.

La propuesta metodológica se enmarca en un enfoque constructivista y competencial, que entiende el aprendizaje como un proceso activo, situado y orientado a la comprensión profunda. Se fundamenta en principios instruccionales consolidados como la centralidad del problema [1], el uso de representaciones gráficas del conocimiento [2] y la taxonomía revisada de Bloom [3]. Asimismo, integra estrategias de pensamiento visible [4] y enfoques contemporáneos sobre aprendizaje autorregulado y metacognición en ciencias [5–9]. Estos estudios coinciden en que la instrucción explícita de estrategias metacognitivas y el uso de representaciones visuales favorecen la comprensión profunda, la autorregulación y la transferencia del conocimiento en el ámbito de las ciencias.

Desde la perspectiva de la teoría de la autodeterminación (*Self-Determination Theory*, SDT) de Deci y Ryan [10], la Cartografía Reflexiva puede entenderse como un entorno de aprendizaje que favorece la motivación intrínseca y el compromiso sostenido del alumnado. La secuencia metodológica está diseñada para satisfacer las tres necesidades psicológicas básicas descritas por la SDT: la autonomía, al ofrecer oportunidades para tomar decisiones sobre la organización y revisión de los mapas; la competencia, al permitir el dominio progresivo de estrategias cognitivas y metacognitivas; y la relación, al fomentar la colaboración y el sentido de pertenencia en el aula.

En esta misma línea, investigaciones recientes evidencian que el entusiasmo docente y el apoyo percibido a la autonomía incrementan el valor que el alumnado otorga a las tareas, reduciendo el aburrimiento y fortaleciendo su implicación en el aprendizaje [11]. Así, la Cartografía Reflexiva integra de manera coherente dimensiones cognitivas, metacognitivas y motivacionales, generando un marco de aprendizaje activo y autorregulado en el área de Ciencias.

La elección de la cartografía reflexiva como enfoque metodológico responde a la necesidad de dotar al alumnado de herramientas que permitan representar su pensamiento de manera visible, organizada y evolutiva. Más allá del uso técnico del mapa conceptual, se propone una perspectiva reflexiva en la que el alumnado no solo estructura conceptos, sino que toma conciencia de sus propias ideas, cambios y procesos de aprendizaje. Diversas investigaciones recientes han mostrado que la explicitación del pensamiento y la reflexión sobre los procesos cognitivos mejoran la comprensión conceptual y la transferencia en contextos de enseñanza de las ciencias [7, 9]. Esta visión se alinea con el propósito de formar estudiantes autónomos, capaces de autorregular su pensamiento y de construir significado a través de la representación visual de su conocimiento.

El uso del término *cartografía reflexiva* en esta propuesta no remite a mapas físicos ni geográficos, sino a una metáfora pedagógica que permite visualizar y trazar los procesos de pensamiento del alumnado a lo largo del aprendizaje. A través del mapa conceptual, entendido como artefacto cognitivo, se construye una representación visual del conocimiento que evoluciona progresivamente, permitiendo identificar rutas, nudos y transformaciones conceptuales.

La secuencia se estructura en seis fases complementarias que responden a distintas funciones pedagógicas. Las fases iniciales permiten activar las ideas previas del alumnado, generar implicación emocional y construir una base compartida de significados. Estas primeras acciones son fundamentales para que el nuevo conocimiento se integre de manera significativa en las estructuras mentales del estudiante, conectando lo nuevo con lo que ya sabe.

Las fases intermedias se centran en introducir progresivamente herramientas cognitivas —como el mapa conceptual— y conceptos científicos esenciales, utilizando estrategias de modelado docente, construcción guiada y práctica estructurada. Estas fases se alinean con los niveles intermedios de la taxonomía de Anderson y Krathwohl, favoreciendo procesos como la comprensión, la organización y el análisis del contenido.

Finalmente, las fases avanzadas están orientadas a la aplicación, la transferencia y la metacognición. El alumnado utiliza el conocimiento adquirido en nuevas situaciones, comunica su comprensión mediante presentaciones o argumentaciones y reflexiona sobre cómo ha aprendido y cómo ha evolucionado su pensamiento. Este planteamiento responde a la tendencia actual de integrar la enseñanza explícita de estrategias metacognitivas y visibles en la práctica docente para favorecer el aprendizaje autónomo y significativo [5, 8].

Finalmente, las fases avanzadas están orientadas a la aplicación, la transferencia y la metacognición. El alumnado utiliza el conocimiento adquirido en nuevas situaciones, comunica su comprensión mediante presentaciones o argumentaciones, y reflexiona sobre cómo ha aprendido y cómo ha evolucionado su pensamiento. Esta toma de conciencia fortalece la autorregulación, refuerza el aprendizaje duradero y fomenta una actitud activa y crítica hacia el conocimiento.

En conjunto, esta secuencia metodológica permite estructurar el aprendizaje desde un enfoque activo y visual, integrando progresivamente habilidades cognitivas de distinto nivel y adaptándose con flexibilidad a los ritmos y características del grupo clase.

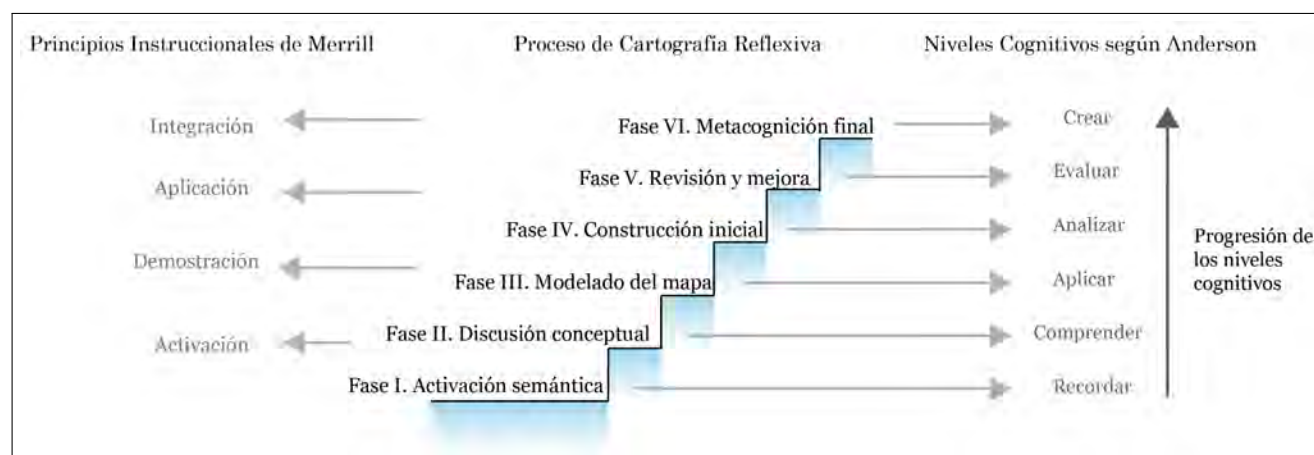


Figura 1: Relación entre los Primeros Principios de Instrucción de Merrill, las fases de la Cartografía Reflexiva en el proceso de enseñanza-aprendizaje y los niveles cognitivos según Anderson. Las flechas muestran conexiones instruccionales orientativas: una misma fase puede vincularse a varios principios, y un mismo principio puede estar presente en distintas fases.

Vinculación con el currículo de Biología y Geología

Esta propuesta metodológica, actualmente en fase de diseño teórico, se alinea con el currículo de Biología y Geología de 1.º de Educación Secundaria Obligatoria, específicamente con el saber básico recogido en el Bloque II: «La geosfera y los cambios geológicos», que comprende el estudio de las propiedades de los minerales y las rocas, su clasificación y su relevancia en la vida cotidiana [12].

Mediante el trabajo con mapas conceptuales y tareas contextualizadas, la secuencia favorece la adquisición integrada de los contenidos, los criterios de evaluación y las competencias específicas del área. Incide de forma especial en el desarrollo de la competencia STEM, la competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA), la competencia digital (CD) y la competencia en conciencia y expresiones culturales (CCEC), al promover el análisis crítico de fenómenos geológicos próximos, la reflexión sobre el uso sostenible de los recursos naturales y la comunicación estructurada del conocimiento científico.

Propuesta de validación de la metodología

Para valorar la eficacia de la Cartografía Reflexiva en el aprendizaje de Biología y Geología se plantea una validación de carácter exploratorio, orientada a obtener evidencias sobre su impacto en la comprensión conceptual y la metacognición del alumnado. El estudio se enmarca en la investigación educativa aplicada y adopta un diseño cuasi-experimental mixto, combinando técnicas cuantitativas y cualitativas.

La muestra prevista estará formada por dos grupos de estudiantes de 1.º de Educación Secundaria Obligatoria ($n \approx 50-60$) pertenecientes a centros públicos de la Comunidad Autónoma de Canarias con características socioeducativas semejantes. El grupo experimental desarrollará la secuencia de Cartografía Reflexiva, mientras que el grupo de comparación seguirá la metodología tradicional basada en el libro de texto.

Los instrumentos de recogida de información incluirán una rúbrica de pensamiento reflexivo elaborada *ad hoc*, un cuestionario de autorregulación del aprendizaje adaptado de Schraw y Dennison [13], y el análisis de los mapas conceptuales producidos por el alumnado según criterios de jerarquización, proposiciones correctas y conexiones cruzadas. Se incorporarán también datos cualitativos procedentes de diarios metacognitivos y entrevistas breves a docentes y estudiantes, con el fin de recoger percepciones sobre el proceso de aprendizaje.

Las variables principales serán la comprensión conceptual, la autorregulación metacognitiva y la motivación hacia el aprendizaje de las Ciencias. El procedimiento incluirá tres momentos de evaluación: pretest, postest y seguimiento. Los datos se analizarán mediante estadística descriptiva e inferencial, complementada con análisis de contenido de los registros cualitativos para identificar patrones de cambio en el pensamiento reflexivo.

Se prevé que la aplicación de la Cartografía Reflexiva mejore la calidad de las representaciones conceptuales, fortalezca la autorregulación y favorezca una comprensión más integrada de los contenidos científicos. Entre las posibles limitaciones destacan la necesidad de formación previa del profesorado y la influencia de factores contextuales en la implementación. Esta fase de validación permitirá ajustar el modelo, establecer indicadores de impacto y avanzar hacia estudios longitudinales que consoliden su eficacia en diferentes contextos educativos.

Fase I: Activación semántica

El eje estructurador de la intervención es la construcción de un mapa conceptual que represente las propiedades, clasificaciones y aplicaciones de los minerales y las rocas. Esta tarea significativa se organiza en torno a un problema real que conecta con las experiencias previas del alumnado, en línea con el principio de centralidad en problemas propuesto por Merrill [1]. La estructura general de este proceso se sintetiza en la Figura 1, incluida en el apartado de Metodología.

Como punto de partida, se plantea el dilema «¿Qué mineral es más valioso: el oro o el coltán?», que introduce una tensión ética y social y permite vincular los contenidos con el enfoque Ciencia-Tecnología-Sociedad. A partir de esta cuestión se analizan, de forma guiada, los usos de minerales estratégicos en dispositivos electrónicos cotidianos, apoyándose en un recorte de prensa y una imagen de contexto que actúan como organizadores previos.

Para hacer visible el conocimiento inicial, el alumnado aplica la rutina de pensamiento 3-2-1, anotando *tres* ideas previas sobre los minerales, *dos* preguntas y *una* conexión con su vida cotidiana. Esta rutina, orientada a visibilizar el pensamiento y promover la reflexión individual y colectiva [4], facilita la activación de ideas de partida y establece la base para el desarrollo conceptual posterior.

Desde una perspectiva socioconstructivista, el aprendizaje se construye en interacción con el contexto y con los significados compartidos del entorno social, en consonancia con Vygotsky [14]. De este modo, el dilema inicial activa los conocimientos previos, implica emocionalmente al alumnado y genera un marco común de significados sobre el que evolucionar en fases posteriores.

Fase II: Discusión conceptual

Esta fase tiene como objetivo elaborar colectivamente una base común de significados a partir de las ideas activadas en la etapa anterior. Para ello, se recuperan las respuestas individuales de la rutina de pensamiento 3-2-1 y se comparten en pequeños grupos, promoviendo el contraste de conocimientos previos, dudas y experiencias personales.

De esta puesta en común surgen coincidencias, diferencias y vacíos de conocimiento que el docente recoge en una breve discusión plenaria. En un mural colaborativo se registran los términos más recurrentes —como *mineral*, *uso*, *conflicto*,

extracción, tecnología o sostenibilidad— para conformar un repertorio compartido de conceptos vinculados al dilema inicial.

La actividad no persigue aún definiciones precisas ni clasificaciones correctas, sino representar el pensamiento colectivo del grupo mediante una red semántica inicial que servirá de punto de partida para la formalización científica en fases posteriores. Desde una perspectiva sociocultural, este tipo de dinámica favorece la mediación lingüística y social que, según Vygotsky [14], impulsa la transición desde los significados cotidianos hacia estructuras conceptuales más elaboradas.

La implicación activa del alumnado permite también identificar concepciones alternativas, estereotipos o lagunas que podrán abordarse en la instrucción formal posterior.

Fase III: Modelado del mapa

Tras la activación y discusión conceptual, en esta fase se introduce la herramienta central del aprendizaje: el mapa conceptual. Dado que el alumnado no cuenta con experiencia previa en su elaboración, se dedica esta etapa a enseñar su estructura y finalidad mediante modelado docente y ejemplos guiados.

El docente presenta los elementos básicos del mapa conceptual —conceptos, palabras de enlace, jerarquía y proposiciones— y ejemplifica su construcción a partir de un caso sencillo del entorno cotidiano, como los materiales escolares, descomponiendo paso a paso el proceso de elaboración.

Posteriormente, se incorpora un segundo ejemplo vinculado al contenido de Geología. El docente presenta el concepto de *mineral* desde un enfoque científico y explica las propiedades físicas que permiten su identificación: *color, brillo, dureza, forma cristalina y exfoliación*. Se incluyen muestras escolares o imágenes representativas —talco, cuarzo o mica— que facilitan la observación guiada y la conexión con la experiencia directa.

Con esta base conceptual, el alumnado completa en pequeños grupos una estructura de mapa parcial proporcionada por el docente, lo que facilita la transición desde una comprensión pasiva hacia una participación activa en la representación del conocimiento.

Según Novak y Gowin [15], los mapas conceptuales son herramientas potentes para promover el aprendizaje significativo, ya que organizan la información nueva en relación con los conocimientos previos de manera jerárquica y relacional. Enseñar su uso explícitamente no solo mejora la comprensión de los contenidos, sino que dota al alumnado de una estrategia transferible para estudiar, sintetizar y comunicar información.

La fase concluye con una reflexión compartida sobre la utilidad del mapa conceptual, las dificultades encontradas en su elaboración y los criterios que orientarán su aplicación en fases posteriores.

Fase IV: Construcción inicial

En esta fase el alumnado aplica de manera autónoma la técnica del mapa conceptual para representar su comprensión sobre los minerales y sus propiedades básicas. Tras el modelado y los ejemplos previos, se propone una actividad en parejas en la que deben elaborar un mapa conceptual que integre, al menos, los siguientes conceptos: *mineral, roca, color, brillo, dureza, uso, extracción y tecnología*.

El docente ofrece una plantilla opcional con sugerencias de conectores y ejemplos mínimos de relaciones, aunque se anima al alumnado a reorganizar libremente la información y generar nuevas conexiones siempre que resulten conceptualmente correctas. La actividad combina los conocimientos científicos adquiridos con las habilidades de organización jerárquica y representación gráfica previamente trabajadas.

Una vez elaborados los mapas, se desarrolla una revisión mediante una dinámica de galería o intercambio entre parejas. Cada grupo presenta su mapa a otra pareja, que aporta sugerencias de mejora, detecta posibles errores o propone reorganizaciones alternativas. El docente guía este proceso con preguntas orientadoras que estimulan la reflexión metacognitiva: «¿Qué relación os costó más representar? », «¿Qué parte del mapa está más conectada? », «¿Qué añadirías si tuvieras más tiempo? »

Este mapa conceptual no se concibe como un producto cerrado, sino como una representación provisional susceptible de revisión y mejora. Su función es doble: visibilizar la comprensión actual del alumnado y servir de andamiaje para integrar nuevos conceptos geológicos en fases posteriores. Asimismo, actúa como instrumento de aprendizaje autónomo que facilita la síntesis, la autoevaluación y la comunicación oral de los contenidos trabajados.

Fase V: Revisión y mejora

En esta fase el mapa conceptual elaborado anteriormente se convierte en una herramienta activa para comunicar, reflexionar y transferir el conocimiento. El alumnado lo utiliza para explicar y aplicar los contenidos trabajados, favoreciendo la movilización integrada de los conocimientos adquiridos.

Se propone una actividad de expresión oral en la que cada pareja o grupo presenta su mapa conceptual al resto de la clase, justificando su estructura, explicando las relaciones entre conceptos y respondiendo a las preguntas del docente o de los compañeros. El propósito no es evaluar la exposición, sino consolidar la comprensión a través del lenguaje oral, fomentando la argumentación científica y el uso de un vocabulario preciso.

De forma alternativa o complementaria, el alumnado puede emplear su mapa como apoyo para redactar un texto explicativo, resolver un caso práctico —por ejemplo, identificar un mineral a partir de sus propiedades— o analizar críticamente una noticia o infografía relacionada con los minerales en el mundo actual.

Esta fase potencia la transferencia horizontal del aprendizaje y consolida el mapa conceptual como instrumento metacognitivo. Asimismo, ofrece al docente una oportunidad de evaluación formativa al recoger evidencias de comprensión profunda a partir de las explicaciones y argumentaciones del alumnado.

Fase VI: Metacognición final

Esta fase se orienta a promover la metacognición, entendida como la capacidad del alumnado para analizar su propio proceso de aprendizaje. Se recupera la rutina de pensamiento 3-2-1 aplicada en la Fase I y se compara con el mapa conceptual elaborado en las fases anteriores. Esta confrontación permite reconocer los avances conceptuales, las reorganizaciones de significado y los cambios en la comprensión alcanzados.

En esta etapa se emplean rutinas de pensamiento que facilitan el análisis comparativo entre las ideas previas y las actuales del alumnado, promoviendo la reorganización intencional de sus estructuras conceptuales. Este proceso se enmarca en el modelo de *Intentional Conceptual Change* (ICC) de Sinatra y Pintrich [16], que entiende el cambio conceptual como una revisión consciente y autorregulada de las propias concepciones. Investigaciones recientes han ampliado este enfoque desde la metacognición y el aprendizaje autorregulado, destacando que la planificación, supervisión y evaluación del propio pensamiento favorecen una comprensión más profunda y duradera [17, 18]. Las rutinas aplicadas permiten al alumnado reconocer la evolución de su comprensión, explicitar qué conocimientos se han modificado o integrado y establecer nuevas conexiones entre conceptos. Entre las más adecuadas destacan *Antes pensaba / Ahora pienso*, que señala cambios claros en el pensamiento; *Veo / Pienso / Me pregunto*, que fomenta la reflexión sobre nuevas comprensiones; y *Conecto / Cambio / Continúo*, que ayuda a identificar lo que se mantiene, se transforma y se explora en el aprendizaje.

Estas herramientas permiten al alumnado verbalizar su proceso de equilibrio cognitivo, facilitar la autorregulación y consolidar el aprendizaje a través de la reflexión consciente sobre su evolución intelectual. Así se cierra el ciclo educativo promoviendo estudiantes autónomos, críticos y capaces de autorregular su conocimiento.

El docente guía la autoexploración mediante preguntas como: «¿Qué sabías antes y qué sabes ahora?», «¿Qué parte del proceso te ha resultado más difícil o más útil?» o «¿Cómo organizas ahora la información sobre los minerales?». También puede proponerse una breve escritura reflexiva: «Así era mi forma de pensar al inicio... ahora pienso que...».

Finalmente, se invita al alumnado a valorar el mapa conceptual no solo como producto final, sino como instrumento que ha facilitado la construcción, visualización y comunicación del conocimiento. Esta reflexión se completa mediante una autoevaluación guiada en la que cada estudiante identifica sus progresos, dificultades y estrategias de aprendizaje más efectivas.

Este cierre devuelve el protagonismo al alumnado como sujeto activo y consciente de su evolución. Integrar la metacognición de manera explícita refuerza la autonomía, la autorregulación y la capacidad de transferir lo aprendido a nuevos contextos.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS ESPERADOS

La propuesta didáctica integra una secuencia estructurada en seis fases que combinan estrategias de activación de conocimientos previos, construcción guiada y autónoma de mapas conceptuales y actividades de reflexión metacognitiva. Aunque no se dispone aún de datos empíricos, el análisis teórico de la secuencia permite anticipar resultados esperados derivados de su aplicación en el aula. Su diseño se sustenta en teorías consolidadas del aprendizaje significativo [19], la representación gráfica del conocimiento [15] y el desarrollo del pensamiento mediado culturalmente [14].

Cuadro 1: Fases del proceso instruccional basado en mapas reflexivos.

Fase	Nombre	Propósito	Acción docente	Producto del alumnado
I	Activación semántica	Activar ideas previas y asociaciones libres	Propone términos clave o estímulos	Lluvia de conceptos o asociaciones
II	Discusión conceptual	Detectar conceptos comunes y conflictos	Promueve diálogo y comparaciones	Lista comentada de conceptos clave
III	Modelado del mapa	Enseñar a construir el mapa conceptual	Modela conexiones y estructura en voz alta	Mapa colectivo inicial
IV	Construcción inicial	Construcción individual o grupal del mapa	Acompaña con andamiaje técnico y conceptual	Primer borrador de mapa reflexivo
V	Revisión y mejora	Mejorar profundidad, jerarquía y precisión	Sugiere ajustes, compaña para versiones	Mapa corregido o ampliado
VI	Metacognición final	Reflexionar sobre el proceso y los logros	Guía rutina 3-2-1 o preguntas reflexivas	Informe de autoevaluación o reflexión final

Se anticipa que esta metodología potenciará la capacidad del alumnado para organizar y jerarquizar la información científica y para autorregular sus procesos de aprendizaje.

En primer lugar, se prevé una mejora en la capacidad del alumnado para organizar y jerarquizar la información científica relativa a los minerales y sus propiedades, gracias al uso del mapa conceptual como artefacto cognitivo. Esta herramienta, introducida de forma explícita y progresiva, actúa no solo como producto de aprendizaje, sino como instrumento de regulación cognitiva, favoreciendo una comprensión más profunda y estructurada de los contenidos.

En segundo lugar, se anticipa una mayor implicación activa del alumnado al situar el aprendizaje en torno a un dilema contextualizado (coltán vs. oro) que conecta con su realidad cotidiana. Esta estrategia responde al principio de centralidad en el problema [1] y se ha mostrado efectiva para favorecer la motivación y la relevancia percibida del contenido, especialmente en alumnado con perfiles diversos.

La secuencia también potencia el desarrollo de habilidades metacognitivas, al incluir una fase final dedicada a la toma de conciencia del proceso de aprendizaje y a la revisión del pensamiento inicial. Esta dimensión es especialmente relevante en contextos de Educación Secundaria, donde el entrenamiento en autorregulación y reflexión sobre el propio aprendizaje es todavía incipiente.

Entre las fortalezas de la propuesta destaca su coherencia interna, su potencial transferibilidad a otros bloques de contenido del currículo de Biología y Geología y su alineación con metodologías activas que promueven el pensamiento visible [4]. No obstante, también se identifican posibles dificultades: el alumnado puede requerir un acompañamiento más intensivo en las primeras fases de construcción del mapa conceptual, y es posible que se generen diferencias notables en la calidad de los productos finales si no se proporcionan apoyos ajustados a las necesidades del grupo.

A modo de síntesis interpretativa, la Tabla 1 recoge de forma resumida las seis fases del proceso instruccional, destacando para cada una su propósito, las acciones docentes y los productos elaborados por el alumnado. Esta visión global permite apreciar la coherencia interna entre el diseño metodológico y los resultados potenciales observados en el aula.

4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

La secuencia didáctica presentada propone un uso estructurado y progresivo del mapa conceptual como instrumento para favorecer el aprendizaje significativo de los contenidos sobre minerales y rocas en 1.º de ESO. A partir de un dilema contextualizado y mediante una secuencia que integra activación, modelado, construcción guiada, metacognición y transferencia, se promueve no solo la comprensión conceptual, sino también el desarrollo de competencias transversales como el pensamiento crítico, la autorregulación y la autonomía en el aprendizaje.

Entre los principales aportes de la propuesta destaca la integración de principios instruccionales sólidos, herramientas cognitivas (como el mapa conceptual) y rutinas de pensamiento, en un marco alineado con el currículo LOMLOE y

las competencias específicas de la materia. La estructura en fases permite una adaptación flexible según el contexto del aula, el ritmo del grupo o los recursos disponibles, constituyendo una herramienta versátil para promover un aprendizaje significativo y duradero, transferible a otros bloques del currículo o áreas de conocimiento.

Se recomienda su aplicación especialmente en contextos que busquen reforzar el pensamiento estructurado y la reflexión sobre el propio aprendizaje, así como atender a la diversidad de niveles o estilos cognitivos del alumnado. Asimismo, la secuencia puede adaptarse al estudio de las rocas, los procesos geológicos o la sostenibilidad de los recursos naturales, manteniendo su coherencia metodológica.

Como líneas de mejora futura, se propone desarrollar investigaciones que validen y ajusten la secuencia en contextos educativos diversos, incluyendo estudios longitudinales que analicen su impacto a medio plazo en el desarrollo de competencias científicas y digitales del alumnado. También sería pertinente explorar su aplicación en entornos mediados por tecnologías emergentes, incluyendo herramientas basadas en inteligencia artificial, para valorar su contribución a procesos de aprendizaje personalizados y autorregulados.

Entre las limitaciones de esta propuesta se señala la necesidad de contar con evidencias empíricas sobre su impacto en el aprendizaje y la autorregulación, así como la dependencia de la formación docente para su correcta implementación. Futuras líneas de trabajo incluirán la validación en distintos niveles educativos y el análisis del potencial de la Cartografía Reflexiva en entornos mediados por tecnologías emergentes, incluyendo herramientas basadas en inteligencia artificial para la visualización y el seguimiento del pensamiento del alumnado.

REFERENCIAS

- [1] Merrill, M. D., “First principles of instruction,” *Educational Technology Research and Development* **50**, 43–59 (Sept. 2002).
- [2] Wang, X.-M., Wang, J.-L., Xu, S.-Y., and Xu, S.-J., “Concept mapping in stem education: a meta-analysis of its impact on students’ achievement (2004–2023),” *International Journal of STEM Education* **12** (June 2025).
- [3] Anderson, L. and Krathwohl, D., [*A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*], Longman (2001).
- [4] Ritchhart, R., Church, M., and Morrison, K., [*Making Thinking Visible: How to Promote Engagement, Understanding, and Independence for All Learners*], Jossey-Bass, San Francisco, CA (2011).
- [5] Hattie, J., [*Visible learning: The sequel: A synthesis of over 2,100 meta-analyses relating to achievement*], Routledge (2023).
- [6] Zohar, A. and Barzilai, S., “A review of research on metacognition in science education: current and future directions,” *Studies in Science Education* **49**, 121–169 (Sept. 2013).
- [7] Dignath, C. and Veenman, M. V. J., “The role of direct strategy instruction and indirect activation of self-regulated learning—evidence from classroom observation studies,” *Educational Psychology Review* **33**, 489–533 (July 2020).
- [8] Panadero, E., “A review of self-regulated learning: Six models and four directions for research,” *Frontiers in Psychology* **8** (Apr. 2017).
- [9] Willison, J., Draper, C., Fornarino, L., Li, M., Sabri, T., Shi, Y., and Zhao, X., “Metacognitively alert in science: literature synthesis of a hierarchical framework for metacognition and preliminary evidence of its viability,” *Studies in Science Education* **60**, 153–189 (May 2023).
- [10] Ryan, R. M., Duineveld, J. J., Di Domenico, S. I., Ryan, W. S., Steward, B. A., and Bradshaw, E. L., “We know this much is (meta-analytically) true: A meta-review of meta-analytic findings evaluating self-determination theory,” *Psychological Bulletin* **148**, 813–842 (Nov. 2022).
- [11] Cui, G., Yao, M., and Zhang, X., “The dampening effects of perceived teacher enthusiasm on class-related boredom: The mediating role of perceived autonomy support and task value,” *Frontiers in Psychology* **8** (Mar. 2017).

- [12] Gobierno de Canarias, “Decreto 30/2023, de 16 de marzo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias,” (2023). BOC n.º 54, 17 de marzo.
- [13] Schraw, G. and Dennison, R. S., “Assessing metacognitive awareness,” *Contemporary Educational Psychology* **19**, 460–475 (Oct. 1994).
- [14] Vygotsky, L. S., [*Mind in Society: The Development of Higher Psychological Processes*], Harvard University Press, Cambridge, MA (1978).
- [15] Novak, J. D. and Gowin, D. B., [*Learning How to Learn*], Cambridge University Press, Cambridge (1984).
- [16] Sinatra, G. and Pintrich, P., [*Intentional Conceptual Change*], Taylor & Francis (2002).
- [17] Stanton, J. D., Sebesta, A. J., and Dunlosky, J., “Fostering metacognition to support student learning and performance,” *CBE—Life Sciences Education* **20**, fe3 (June 2021).
- [18] Xu, Z., Zhao, Y., Zhang, B., Liew, J., and Kogut, A., “A meta-analysis of the efficacy of self-regulated learning interventions on academic achievement in online and blended environments in k-12 and higher education,” *Behaviour & Information Technology* **42**, 2911–2931 (Dec. 2022).
- [19] Ausubel, D. P., [*Educational psychology: a cognitive view*], New York, Holt, Rinehart and Winston (1968).

Aula invertida en la educación superior: evaluación desde la creación de valor

Lucía Melián-Alzola¹, Margarita Esther Sánchez-Cuervo¹, Michaela Meschini², Edith Cognigni², Margarita Fernández-Monroy¹, Lucas Pérez Martín¹, Isabel Sonia Granado-Suárez¹, Margarita Mesa-Mendoza¹, Arminda García-Santana¹, Giuseppina Larocca², Laura Vagni²

¹Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

²Universidad de Macerata, Italia

RESUMEN

El aula invertida es un enfoque metodológico que modifica sustancialmente el modelo tradicional de clase magistral en el aula. Fomenta el aprendizaje autónomo fuera del aula, aportando al estudiantado los recursos necesarios para preparar el contenido teórico a tratar en clase. La gestión del tiempo en el aula se dirige, principalmente, a potenciar la interacción entre estudiantes y docentes mediante el desarrollo de dinámicas de grupo. El aula invertida tiene una progresiva presencia en la práctica docente y un interés creciente en la literatura científica sobre innovación educativa. El presente trabajo trata de reflexionar y profundizar sobre la evaluación del aula invertida, identificando cuestiones clave a ser consideradas en futuros estudios. Un aspecto novedoso que se incluye en este análisis es la perspectiva de creación de valor que explica los intercambios del mercado desde la literatura del marketing de servicios, y que introduce elementos de reciprocidad en la evaluación del aula invertida.

Keywords: metodología de aprendizaje, aprendizaje activo, autonomía del estudiante, creación de valor, *flipped classroom*

1. INTRODUCCIÓN

El aula invertida es un modelo pedagógico activo que, como su nombre indica, invierte los roles, tiempos y espacios de trabajo en el proceso enseñanza-aprendizaje. Conocida con otros nombres, tales como *flipped learning*, *flipped teaching* o *flipped classroom*, es un método cada vez más aplicado y cuya conceptualización se actualiza. Su tratamiento en la literatura incorpora progresivamente artículos con distintos objetivos y desde diferentes perspectivas de análisis. Uno de los tópicos de creciente interés, aunque insuficientemente investigado, es la evaluación del aula invertida. Si bien existen reflexiones desde el ámbito de la innovación docente que exponen de forma argumentada las ventajas de este modelo, así como las desventajas, existe un gap importante en la reflexión de cómo evaluar el aula invertida. La presente investigación pretende contribuir a cerrar este gap. En primer lugar, se exponen las bases teóricas de la formulación del aula invertida, así como el análisis de trabajos académicos que permiten realizar una propuesta de un modelo de implantación y evaluación del aula invertida en el contexto educativo universitario. En segundo lugar, se procede a revisar y actualizar los roles de los diferentes actores que intervienen en el aula invertida desde la visión recíproca de la creación de valor. Esta nueva perspectiva orientaría la propuesta de rúbricas y/o cuestionarios de evaluación en las diferentes fases de la cronología señalada. En tercer lugar, se presenta una propuesta de evaluación de recursos utilizados por el estudiante en el espacio individual, fuera del aula, y que aplica la noción de cocreación de valor.

2. EL AULA INVERTIDA COMO ENFOQUE METODOLÓGICO

El aula invertida surge como una propuesta de Jon Bergmann y Aaron Sams [1], en su libro *Flip Your Classroom: Reach Every Student in Every Class Every Day*. En esta obra, los autores explican que como docentes observaron que muchos estudiantes perdían clases por tener que asistir a otras actividades y por problemas o inconveniencias de transporte. Como solución, deciden grabar las clases en vídeo para su visualización posterior por los estudiantes que no habían podido asistir personalmente a las sesiones. En este momento se puede situar la génesis de lo que conoce actualmente como “aula invertida”, si bien es un concepto que evoluciona constantemente.

Inicialmente, se podría entender el aula invertida como el uso de vídeos donde se graba el contenido de las clases. Como se deriva de la reflexión de Santiago y Bergmann [2], al hacerlo así es lógico plantearse, por ejemplo, qué valor tiene asistir a una clase para los estudiantes si disponen de toda la información en el vídeo. Esta pregunta inicial hizo replantear a Bergmann y Sams [1] la posibilidad de grabar el contenido teórico a tratar en clase a posteriori, en lugar de grabar las clases. Al hacerlo así, se liberaría tiempo de clase para explicar conceptos que el estudiante podría prepararse de forma autónoma, aprovechando dicho tiempo para profundizar y trabajar a nivel práctico dicho contenido. Desde esta tesitura, el aula invertida modifica su concepción inicial como clase grabada a un concepto más evolucionado que apuesta por la grabación del contenido teórico que se trata en clase. Ello permite que el estudiante se prepare y gestione dicho material con anticipación al desarrollo de la clase, liberando tiempo de clase para elevar el estadio enseñanza-aprendizaje. Este concepto plantea la reformulación del modelo clásico de enseñanza que se inicia con las explicaciones del docente, a un modelo de enseñanza-aprendizaje que facilita el acceso del estudiante al contenido de la materia con anticipación al desarrollo de la clase. Lo aprendido de forma autónoma por el estudiante sería aplicado a la resolución de actividades prácticas en el aula, ya sean individuales o grupales.

A partir de lo expuesto, se puede extraer una serie de premisas básicas que son referentes para entender el aula invertida como método pedagógico, como recoge la figura 1.

AULA INVERTIDA: PREMISAS BÁSICAS	
Concepto	<i>El aula invertida invierte los roles tradicionales del aula tradicional:</i> el estudiante asume un rol activo y el docente acompaña al estudiante en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Modifica el orden tradicional en la intervención del estudiante en dicho proceso.
Escenarios	Se reconocen dos escenarios en el proceso enseñanza-aprendizaje: un escenario fuera del aula y el escenario que representa el aula . Fuera del aula, se produce la transferencia de conocimientos por medios digitales y dentro del aula se desarrollan actividades de comprobación y desarrollo de dichos conocimientos.
Rol del estudiante	Fuera del aula , el estudiante asume un rol principal gestionando su proceso de aprendizaje mediante el acceso, lectura y comprensión del material aportado por el docente. Dentro del aula , el estudiante participará en la realización de actividades de comprobación, planteará sus dudas y podrá mejorar en su aprendizaje.
Rol del docente	Fuera del aula , el docente <u>diseña recursos digitales</u> (artículos online, vídeos...) como material didáctico, que deben ser accesibles a los estudiantes en plataformas online. Dentro del aula , el docente debe resolver las dudas de los estudiantes, y plantear una actividad individual y/o grupal, que permita medir la mejora del aprendizaje adquirido.

Figura 1. Premisas básicas del aula invertida.
Fuente: Elaboración propia.

Sein-Echaluze *et al.* [3] aluden al modelo de aula invertida como el intercambio de lugar de dos tareas principales a nivel educativo -la lección y los deberes-, donde la lección se realizaría en casa y los deberes en el aula. Los autores incluyen en su discurso varias cuestiones interesantes a considerar y debaten sobre el uso del aula invertida. Entre ellas, que el espacio individual del estudiante corresponde con un rol más inactivo si se limita a escuchar la lección magistral. En el aula invertida, la fase más inactiva del estudiante en clase en el modelo tradicional se traslada al espacio individual cuando se limita a revisar el vídeo elaborado por el docente. Dicho vídeo se puede completar con la incorporación de material adicional, la creación de foros de dudas, el uso del diálogo de tutoría virtual, la elaboración de cuestionarios de comprobación..., con el fin de garantizar que el estudiante ha realizado el aprendizaje fuera del aula. Los deberes en el aula corresponden a la coincidencia en espacio y tiempo de los estudiantes y, por lo tanto, constituye lo que se denomina espacio grupal. En este espacio, el uso de metodologías activas y colaborativas contribuiría a reforzar y elevar el estado del conocimiento del estudiante, mediante la interacción y participación de todos y cada uno de los miembros de la clase.

Señalan estos autores que es necesario que exista coordinación positiva entre ambas fases de modo que es requisito previo que se aprenda bien la lección en casa para poder hacer bien los deberes en el aula. Este proceso se refleja en la figura 2. Además, entre la actividad individual fuera del aula y la actividad en grupo en el aula puede existir una fase intermedia donde el grupo prepara dicha actividad de clase fuera del aula, como recogen Sein-Echaluce *et al.* [3].

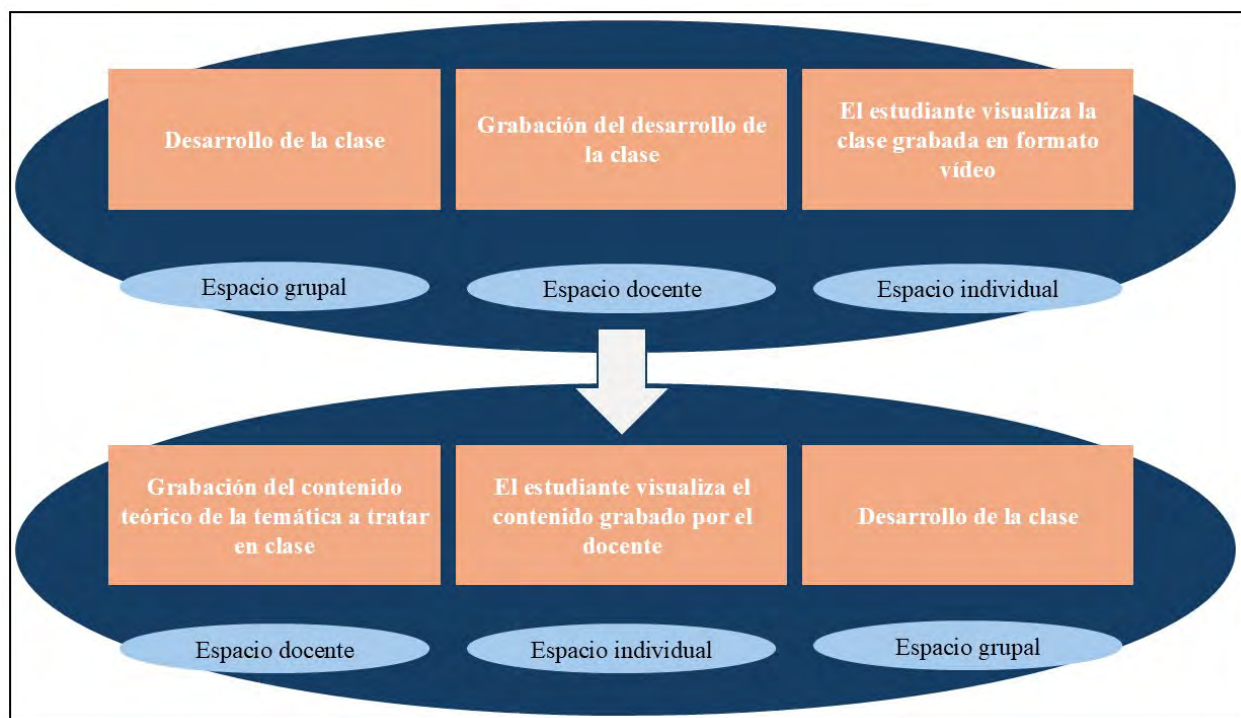


Figura 2. Espacio individual, espacio grupal y espacio docente.
Fuente: Elaboración propia.

Atendiendo a la interconexión entre el espacio individual y el espacio grupal, Fidalgo-Blanco *et al.* [4] exponen tres modelos que escenifican posibles formas de entender el aula invertida, que permite entender las sinergias entre el espacio individual y el espacio grupal:

- *Modelo 1.* No existe interconexión entre las actividades realizadas por el estudiante en el espacio individual y las que se plantean en el espacio grupal. Como ejemplo, el estudiante puede realizar las actividades prácticas en el espacio grupal sin haber aprendido el contenido teórico correspondiente.
- *Modelo 2.* Existe un mayor grado de interconexión entre ambos espacios. Como posibles acciones, el docente comprueba el nivel de conocimiento adquirido por el estudiante de forma autónoma fuera del aula, resuelve sus dudas, crea debates o se desarrollan actividades sobre dicho contenido.
- *Modelo 3.* Existe una interconexión intensa entre las actividades desarrolladas fuera del aula y las realizadas dentro del aula. De esta forma, el trabajo individual es necesario para el desarrollo del trabajo colectivo.

De acuerdo con esos diversos escenarios que se han descrito, es lógico destacar la importancia de la interconexión intensa entre el espacio individual y el espacio grupal, que dará un verdadero sentido al aula invertida, tal y como se refleja en la figura 3.

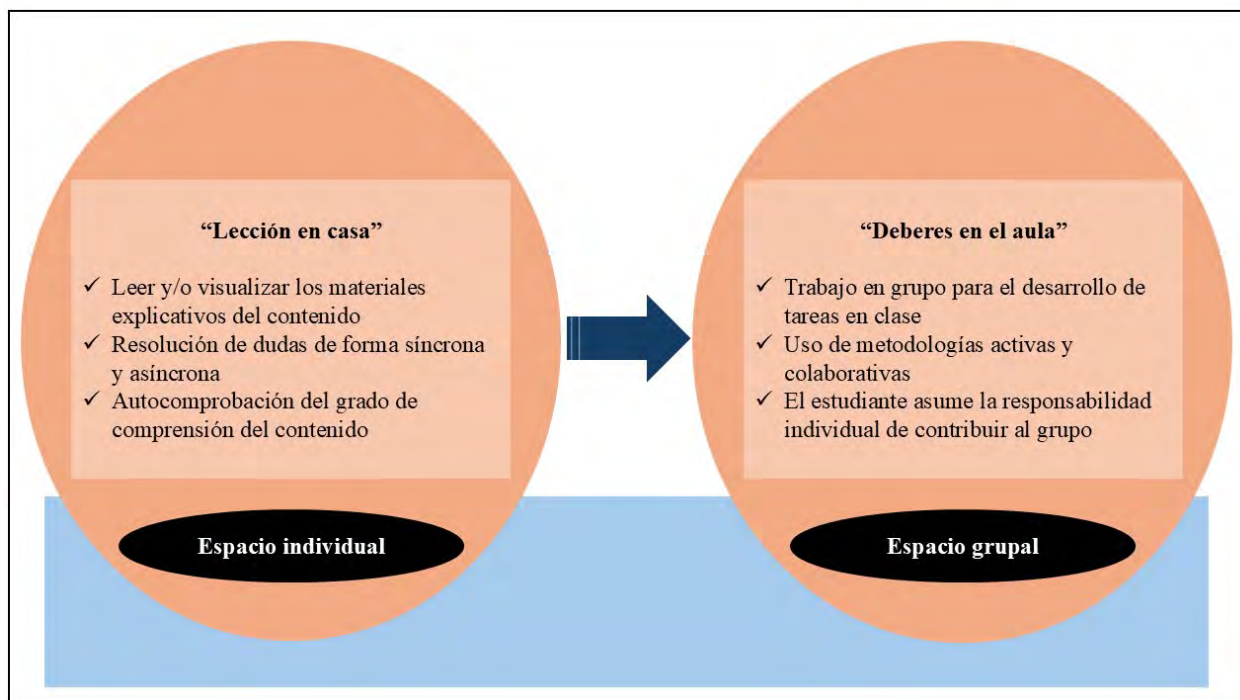


Figura 3. Interconexión “Lección en casa” y “Deberes en el aula”.
Fuente: Elaboración propia.

3. METODOLOGÍA DE ESTUDIO

El aula invertida es un tipo de innovación educativa que se encuentra en la agenda de trabajo tanto académico como investigador de los profesionales docentes. Como aproximación a este interés académico, en una búsqueda realizada en la *Web of Science Core Collection*, utilizando como término de búsqueda *flipped classroom* se obtiene, entre otros datos, que existe un interés sostenido y relativamente creciente sobre esta temática si atendemos al número de artículos publicados en los últimos 10 años. Sobre las áreas de investigación que abarca la producción científica están incluidos en puestos destacados educación, informática, ingeniería, empresa y economía, que incluyen aportaciones de universidades españolas. La temática analizada es variada, incluyendo el estudio sobre el uso e implicaciones de determinadas metodologías colaborativas en el espacio grupal, la contextualización del aula invertida en asignaturas de titulaciones determinadas, así como la percepción de los estudiantes de su impacto en su proceso de aprendizaje, los resultados obtenidos y la evaluación de su satisfacción. La literatura existente sobre aula invertida publicada en revistas de impacto científico de bases de datos relevantes (tal como WOS y Scopus) constituye una fuente significativa para nutrir una revisión de las principales tendencias y conclusiones sobre este campo de estudio. Asimismo, cabe hacer mención a los trabajos presentados sobre el aula invertida en las XI Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC, celebradas en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria en 2024, cuya lectura aporta reflexiones significativas [5-10].

De la revisión de literatura destacada sobre la materia, con especial referencia a la evaluación de la eficacia del aula invertida, y desde la reinterpretación del aula invertida desde otros campos (*e.g.*, la economía), se procede a concretar un proceso de evaluación del aula invertida. Se aborda desde una visión holística, lo que requiere una reflexión sobre nuevos significados y alcances, que lleve a identificar dimensiones y variables relevantes para tener en cuenta en la medición de la eficacia del aula invertida.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Dada la complejidad de todo lo que implica evaluar el aula invertida en todas sus fases y perspectivas, el objetivo de los siguientes apartados es enfatizar aquellos aspectos que pueden contribuir a mejorar la evaluación del aula invertida, si bien se incluyen algunas escalas de medida prototipo para futuros estudios que sirvan de ejemplo a lo expuesto.

4.1. Fases y roles del aula invertida

El análisis de la evaluación del aula invertida demanda un esquema de referencia que recoja las fases de su puesta en práctica, así como los roles de los diferentes agentes implicados. A partir de la revisión de diferentes trabajos [e.g., 11, 12], el presente trabajo propone un modelo de aplicación y evaluación de aula invertida, para el logro de los objetivos de aprendizaje en la educación superior, concretado en la secuencia de fases que recoge la figura 4. De acuerdo con ello, el aula invertida comienza con el diseño de la metodología y fases que se van a desarrollar, así como el diseño del material didáctico y la explicación al estudiante del método de trabajo, todo ello responsabilidad del docente. A continuación, el estudiante procede al autoaprendizaje a partir de los materiales aportados por el docente, fase que tiene lugar en el espacio individual. Seguidamente, existe un encuentro entre docente y estudiantes, que se enmarca en el espacio grupal, donde el docente procede a comprobar el nivel de comprensión de la materia del estudiante, resolver dudas y, de algún modo, a evaluar el autoaprendizaje. Una vez establecidas las bases mínimas de conocimiento, tiene lugar el desarrollo de las actividades de grupo, también en el espacio grupal, donde los estudiantes tienen claramente un rol activo y el docente actúa como guía y agente dinamizador. Tras ello, el docente debe considerar en qué grado los grupos de trabajo han realizado adecuadamente sus tareas. En su última fase, procede que todos los agentes implicados evalúen la eficacia del aula invertida tanto en su desarrollo como en los resultados alcanzados.



Figura 4. El aula invertida en fases y roles.

Fuente: Elaboración propia.

4.2. El aula invertida como escenario para la creación de valor

Una perspectiva que enriquece la comprensión y utilidades del aula invertida es la incorporación del concepto de valor en el proceso de enseñanza-aprendizaje (figura 5). Importado de la literatura económica, Vargo y Lusch [13] sostienen que el valor es la interpretación subjetiva de los beneficios, ventajas o mejoras en el estado o bienestar que un producto o servicio aporta a un cliente. Asimismo, sostienen que cuando dos partes (organización-cliente) participan en un intercambio realmente se genera valor para todos. Algo así debe ser lo que debería tenerse en cuenta en la aplicación óptima del aula invertida. El estudiante debe percibir que obtiene valor, así como los otros estudiantes del grupo, y el propio docente. De

esta forma, todos los agentes implicados (estudiante, grupos de estudiantes y docente) son cocreadores y beneficiarios de valor. Como resultado, un modelo de evaluación del aula invertida debe recoger las percepciones y sugerencias de todos los actores participantes en el aula invertida.

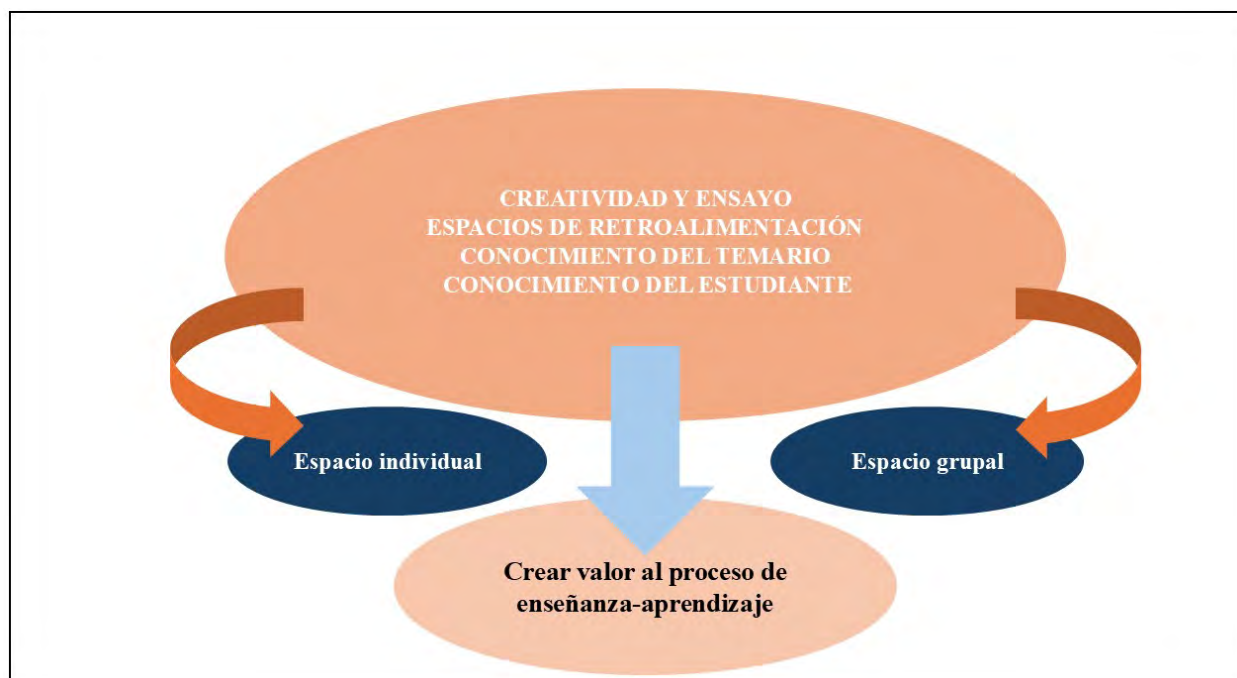


Figura 5. Creación de valor en el aula invertida.
Fuente: Elaboración propia.

Como aproximación al debate de lo que genera valor en un proceso de enseñanza-aprendizaje basado en el aula invertida y cómo afectaría a su evaluación, el análisis tendría que incluir: el valor que obtiene el estudiante en la esfera individual; el valor que obtiene en su interacción con compañeros y docente en el aula; el valor para el grupo de estudiantes en el espacio grupal, y cómo el docente entiende que puede crear valor. A este respecto, se diseña la siguiente propuesta base, o de partida, para el análisis del valor en cada una de las dimensiones o espacios:

- *Valor para el estudiante en el espacio individual:*
 - ¿Los materiales publicados por el docente antes de la clase ayudan a comprender la materia adecuadamente?
 - ¿El docente emplea diferentes formatos de materiales para hacer más entretenido el aprendizaje?
 - ¿El docente permite aportar nuevo material complementario para el estudio que sea compartido a todos y entre todos (por ejemplo, nuevos vídeos, cuestionarios...)?
- *Valor para el estudiante en el espacio grupal:*
 - ¿Lo que he aprendido fuera del aula contribuye al desarrollo del trabajo en grupo?
 - ¿La interacción de los compañeros me ayuda a mejorar lo aprendido de forma autónoma?
 - ¿El docente se adapta a cada estudiante, a su forma de interpretar y aplicar el conocimiento al trabajo de grupo y le ayuda a hacerlo mejor?
- *Valor para el grupo de estudiantes en el espacio grupal:*
 - ¿El trabajo en grupo favorece que todos los miembros aclaren sus dudas y entre todos consiguen entender mejor la materia?
 - ¿El docente se adapta a cada grupo, sus potencialidades y limitaciones?
 - ¿Sería adecuado que la dinámica de grupo incluyera una parte de trabajo conjunto de preparación de la materia antes del inicio de la tarea a realizar?
- *Valor para el docente (reflexión y aprendizaje):*
 - ¿Para qué tipo de contenidos de la asignatura es idóneo aplicar el aula invertida, si pretendo potenciar la creatividad del estudiante tanto en el espacio individual como en el espacio grupal?

- ¿Cuál debe ser el sistema de evaluación del estudiante para motivarlo a participar en este tipo de innovación docente?
- ¿Cómo afronto la diversidad de estudiantes dentro de un mismo grupo y la diversidad entre grupos?
- ¿Cómo traslado las ideas o propuestas que los estudiantes formulan en el espacio individual a la planificación de las actividades en el aula?
- ¿Qué he aprendido del aula invertida en esta experiencia, tanto desde el estudiante en su espacio individual como desde las interacciones en el aula?

4.3. De la externalización de la clase magistral al desarrollo del potencial del estudiante

La revisión de la literatura pone en evidencia la inclusión de una propuesta de una taxonomía de niveles en la adquisición de conocimiento: la taxonomía de Bloom. Bloom [14] propone una jerarquía de niveles de conocimiento, que fue actualizada por Anderson y Krathwohl [15]. Existen numerosos trabajos que incluyen la taxonomía de Bloom revisada para explicar los niveles de conocimiento que subyacen en el aula invertida [e.g., 16, 17]. La taxonomía de Bloom revisada plantea seis niveles en el siguiente orden, que avanza en complejidad y que se puede explicar mediante la formulación de verbos: recordar, entender, aplicar, analizar, evaluar y crear (figura 6). La dimensión “recordar” tiene relación con la capacidad del estudiante para reconocer, recuperar o enumerar información. La dimensión “comprender” trata de saber explicar, inferir, resumir o reformular dando muestras de la capacidad para entender el significado de la información. La dimensión “aplicar” describe la habilidad para relacionar, desarrollar o utilizar determinada información para la resolución de ejercicios o tareas. La dimensión “analizar” remite a la capacidad del estudiante para organizar y reorganizar la información, descomponer y encontrar relaciones. La dimensión “evaluar” se centra en el potencial de argumentar, criticar y revisar la información. Por último, la dimensión “crear” describe la capacidad del estudiante para diseñar, desarrollar o proponer nuevas ideas.

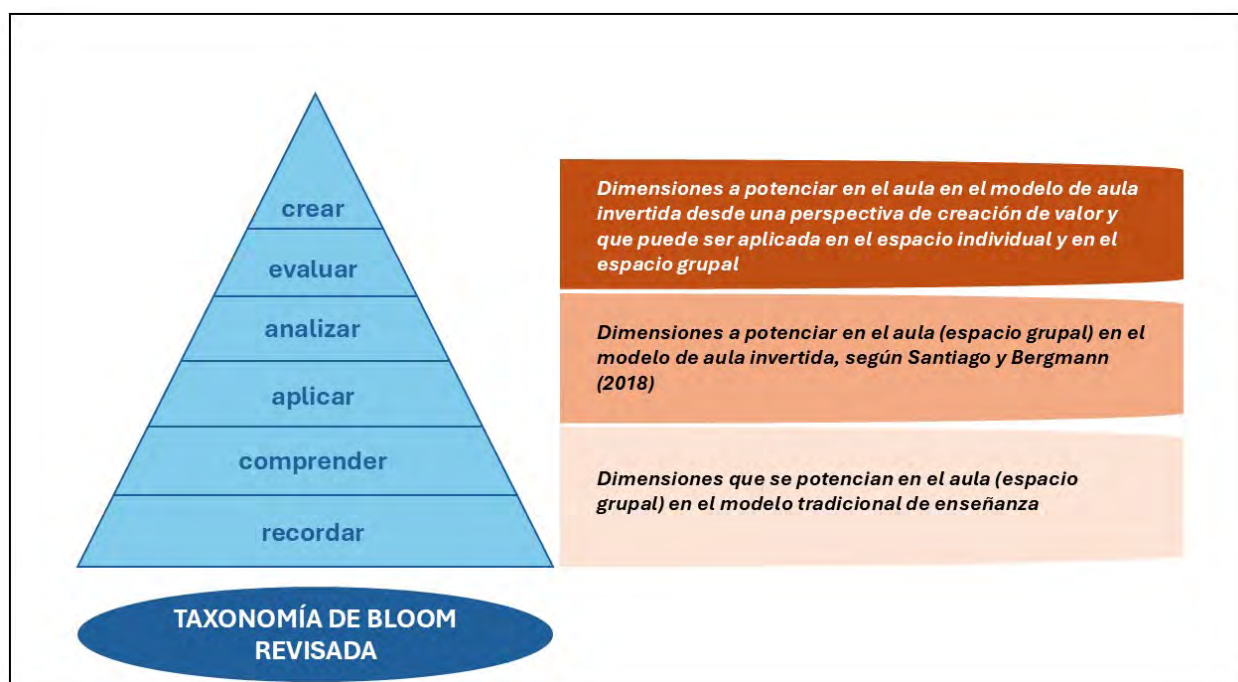


Figura 6. Creación de valor en el aula invertida.
Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo con Santiago y Bergmann [2], el método tradicional de enseñanza-aprendizaje se centraría en las dimensiones “recordar” y “comprender”, mientras que se podría esperar que el aula invertida se focalizaría en las dimensiones “evaluar” y “crear”. Sin embargo, dichos autores apuestan por una visión más real de la gestión del tiempo en clase y consideran que las dimensiones “aplicar” y “analizar” deben recibir una atención especial. En la presente investigación se apuesta por un modelo basado en la cocreación de valor, que potenciaría las dimensiones “evaluar” y “crear”, y que pueden aplicarse tanto

al espacio individual como al espacio grupal. Así, desde el espacio individual se potenciaría la capacidad de análisis crítico y de potencial creativo del estudiante que contribuiría a reforzar esta forma de entender la gestión del conocimiento en sus interacciones en el espacio grupal. Respecto al espacio grupal, es cierto que las restricciones de tiempo en el aula pueden limitar las dimensiones “crear” y “evaluar”, pero la discrecionalidad del docente para establecer qué contenidos temáticos y temporalización son idóneos para potenciar estas dimensiones será lo que determine el salto a los niveles superiores de la taxonomía de Bloom revisada. Asimismo, cuestiones como el número de estudiantes y el curso dentro de la titulación son factores clave para focalizar unas dimensiones frente a otras. Por ejemplo, los estudiantes de tercer y cuarto curso en niveles de grado y, sobre todo, los estudiantes de postgrado deben trabajar dentro y fuera del aula la capacidad de crítica y la capacidad de innovación, lo que determina un salto significativo en la gestión del conocimiento.

A partir de lo explicado, se realizan las siguientes consideraciones que pueden afectar a las variables que se van a contemplar en la evaluación del aula invertida. De una forma estricta, si entendemos el espacio individual como la externalización de la clase magistral al ámbito del espacio individual, tiene sentido lo que recogen Santiago y Bergmann [2, p.25], cuando exponen que “...lo mejor del flipped classroom se produce en el espacio grupal, donde los estudiantes universitarios interactúan, se involucran, aplican lo que están aprendiendo, crean... Si un profesor se limita a buscar o grabar vídeos para que los estudiantes los vean, entonces se está olvidando de lo que realmente es importante”. Sin embargo, es posible plantear el aula invertida no como un modelo secuencial, con mayor o menor interacción, sino como un modelo holístico de gestión del conocimiento en el contexto enseñanza-aprendizaje. Este modelo estaría abierto a que el estudiante en el espacio individual aporte recursos al sistema, como pueden ser nuevos materiales, que crean valor a la clase como colectivo sobre la temática tratada, previa revisión por el docente. Para el estudiante podrían ser las siguientes: compartir otros vídeos, artículos de interés, proponer cuestionarios de evaluación en la plataforma Moodle, etc. De este modo, esta metodología plantea interesantes ventajas para el estudiante, como las siguientes: motivar al alumnado para que contribuya a añadir valor al contenido teórico de partida; potenciar la interiorización del conocimiento aprendido y generado, y cualificar al estudiante para que sea un miembro útil en la dinámica de grupo en el aula. Como ventajas para el docente destacan, entre otras, las siguientes: conocer cómo enfoca cada estudiante el proceso de aprendizaje y el nivel de profundidad y creatividad con que aborda los contenidos; mejorar la interacción y relación con los estudiantes, al tener un mayor conocimiento de cada uno de ellos en su espacio individual, y aprender nuevos modos y modas en la planificación de la actividad en el espacio grupal. Con ello, la fase individual dejaría de ser un espacio individual de conocimientos mínimos que hay que aprender para garantizar el funcionamiento suficiente del espacio grupal, para ser un espacio también de creatividad y de interacción.

4.4. Del uso de los recursos a la creación de recursos

Desde la consideración de la creación de valor en el aula invertida, se procede a trabajar en este apartado la problemática de la evaluación de los recursos utilizados en el espacio individual que faciliten el aprendizaje autónomo del estudiante. Este apartado pretende servir de ejemplo de cómo integrar la visión clásica del aula invertida con una versión más evolucionada y en equilibrio con la demanda social de estudiantes preparados para retos continuos en un mundo de cambio.

Si bien el aula invertida se puede relacionar con la publicación de vídeos con contenido expositivo, existe una amplia variedad de formatos de recursos que se pueden poner a disposición del estudiante. La evaluación de los recursos es un aspecto importante en el éxito del aula invertida porque constituye un factor clave para el aprendizaje autónomo del estudiante. Así, Castejón Ibáñez [18] se plantea como un objetivo de su investigación analizar la calidad de los recursos facilitados a los estudiantes en el espacio individual. Entre las variables analizadas incluye la idoneidad de los recursos audiovisuales (vídeos) y el material de lectura (pdf). A partir del trabajo de Mendaña Cuervo *et al.* [19], también se reconocen como recursos posibles para el estudio fuera del aula los siguientes, entre otros: contenidos teóricos (pdf), vídeos (VideoScribe), presentaciones (ppt), crucigramas, cuestionarios, y repositorio de ejercicios prácticos. Por lo tanto, existen múltiples tipos de recursos que pueden ser utilizados, y en cuyo uso se puede orientar a los estudiantes. Por ejemplo, Santiago y Bergmann [2] formulan una serie de recomendaciones al estudiante cuando visualicen un vídeo. Entre ellas se incluyen: tomar anotaciones de lo que se comente en el vídeo; realizar gráficos y esquemas que faciliten el recuerdo de la información; visualizar el vídeo tantas veces como sea necesario para resolver dudas; escribir las dudas y pedir aclaración al docente; seguir la secuencia e indicaciones sobre la visualización del vídeo, tal como pausar el vídeo para responder preguntas. Además de la idoneidad de los recursos, el proceso de evaluación del aula invertida debe incluir la problemática del acceso, ya que los estudiantes deben poder acceder en tiempo y forma a los recursos con suficiente antelación.

Además de lo expuesto, un modelo avanzado de aula invertida que potencie las dimensiones “evaluar” y “crear” de la taxonomía revisada de Bloom debe incluir valorar, desde la perspectiva del estudiante, en qué grado el docente facilita e integra que dinamice el conocimiento, tanto en el espacio individual como en el espacio grupal. A mayor implicación del estudiante en la creación del conocimiento y en su rol como analista crítico, mejor interconexión entre el espacio individual y el espacio grupal. En este sentido, y a partir de la revisión de trabajos previos, en la presente investigación se realiza una propuesta de dimensiones de evaluación de recursos en el espacio individual (accesibilidad, aportación e idoneidad de recursos), con sus respectivos atributos o cuestiones, que se recoge en la figura 7. Así, por ejemplo, una pregunta relativa al área “aportación” sería “La aportación de materiales capacita al estudiante para abordar con éxito el trabajo en el aula”, que subraya que cuando el estudiante extrae su propio potencial puede contribuir más al trabajo de grupo.

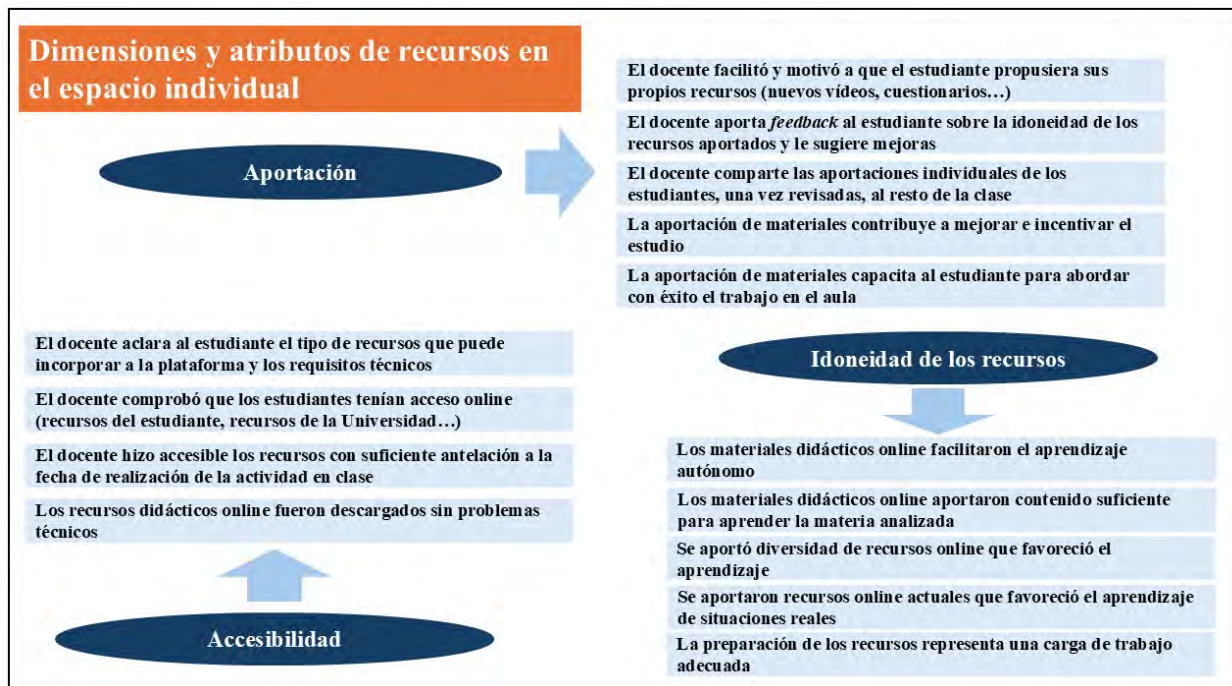


Figura 7. Dimensiones de evaluación de recursos en el espacio individual.
Fuente: Elaboración propia.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El aula invertida representa un cambio metodológico significativo en la interpretación de lo que representa la secuencia del proceso de enseñanza-aprendizaje. Este enfoque metodológico debilita el modelo tradicional basado en la clase magistral, donde los estudiantes actúan como agentes pasivos ante docentes que ejercen roles de transmisores de información. Por el contrario, apuesta por un modelo donde el estudiante se prepara la lección fuera del aula para rentabilizar el tiempo de trabajo dentro de ella.

En términos generales, la revisión de la literatura subraya dos espacios claramente diferenciados: espacio individual y espacio grupal. El espacio individual describe el escenario donde el estudiante desarrolla su autoaprendizaje con los recursos aportados por el docente. El espacio grupal correspondería al espacio en el aula donde se producen las interacciones estudiante-estudiante y estudiante-docente, ya sea mediante la realización de actividades individuales o en equipo. Los docentes que ponen en práctica el aula invertida deben gestionar adecuadamente todas sus fases, para lo cual es primer requisito reconocer los objetivos de aprendizaje que se pretenden alcanzar y qué dimensiones de la taxonomía de Bloom revisada se desean potenciar.

En la investigación se han importado conceptos teóricos de la creación de valor desde la literatura de marketing de servicios, y que trata de justificar los intercambios en el mercado. En un proceso de enseñanza-aprendizaje también tienen lugar interacciones e intercambios que aportan valor a todos los participantes (estudiantes y docentes). Como se ha

propuesto, desde la perspectiva de la creación de valor es necesario reconocer que todos los actores que participan en el proceso de enseñanza-aprendizaje crean y aportan valor. Por ello, cuando se valora el aula invertida deberían evaluarse las diferentes interacciones posibles entre los agentes implicados y que todos tengan oportunidad de expresar sus percepciones, quejas y sugerencias, tanto en lo que respecta al desarrollo del aula invertida como a los resultados alcanzados.

Como ejemplo de lo comentado, se presentan las particularidades de la evaluación de los recursos en el espacio individual desde una visión co-creativa del valor, donde el estudiante no solo aprende de los recursos a los que tiene acceso, sino que también los crea o aporta, lo cual contribuiría muy positivamente al desarrollo del espacio grupal, así como a su desarrollo académico y profesional. La visión holística del aula invertida que ambiciona los niveles superiores de gestión del conocimiento es un escenario idóneo de crecimiento del estudiante en su potencial creativo y analítico. Ello le prepara para una sociedad que demanda profesionales con capacidad de buscar soluciones ante retos continuos.

Se recomienda tener una visión amplia de la problemática académica en el proceso de enseñanza-aprendizaje y de las demandas del entorno para diseñar de forma adecuada la secuencia de pasos en la puesta en práctica del aula invertida, que incluye la cocreación de valor donde el estudiante adquiere un rol activo. Esta perspectiva de análisis representa un área futura de investigación en el campo de la innovación educativa en el ámbito universitario, tanto a nivel teórico como a nivel empírico, y que contribuye, entre otras cuestiones, tanto a mejorar el pensamiento crítico y la capacidad creativa del estudiante como a obtener datos útiles para el perfeccionamiento del aula invertida.

REFERENCIAS

1. Bergmann, J., Sams, A.: Flip Your Classroom. Reach Every Student in Every Class Every Day. International Society for Technology in Education, United States of América (2012).
2. Santiago, R., Bergmann, J.: Aprender al revés. Flipped learning 3.0 y metodologías activas en el aula. PAIDÓS Educación (2018).
3. Sein-Echaluze, M.L., Fidalgo-Blanco, A., García-Peñalvo, F.J.: Trabajo en equipo y Flip Teaching para mejorar el aprendizaje activo del alumnado. VI Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad (CINAIC, 2017), 610-615 (2017).
4. Fidalgo-Blanco, A., Sein-Echaluze, M.L., García-Peñalvo, F.J.: Ventajas reales en la aplicación del método de Aula Invertida-Flipped Classroom. Grupo GRIAL (2020).
5. Hadjikotaeva, M.: Academic Presentation Training: a Flipped Classroom Tool to Enhance Academic Communication in an EMI Environment. En: Ravelo García, A.G. et al. (Coords.) Innovation Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC. Proyectos, Métodos y Herramientas para el Futuro de la Educación, 193-201. Dykinson (2025).
6. Rabadán Gómez, A.B., Martín-del Peso, M.: Análisis del impacto del aula invertida en estudiantes universitarios: una experiencia en la asignatura de Métodos de Decisión. En: Ravelo García, A.G. et al. (Coords.) Innovation Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC. Proyectos, Métodos y Herramientas para el Futuro de la Educación, 203-211. Dykinson (2025).
7. Yankova, D.: Developing Soft Skills for Law Students through the Flipped Learning Method. En: Ravelo García, A.G. et al. (Coords.) Innovation Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC. Proyectos, Métodos y Herramientas para el Futuro de la Educación, 213-223. Dykinson (2025).
8. Andrianov, D.: Flipped Classroom in EdTech: Enhancing Student Engagement and Learning Outcomes. En: Ravelo García, A.G. et al. (Coords.) Innovation Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC. Proyectos, Métodos y Herramientas para el Futuro de la Educación, 225-231. Dykinson (2025).
9. Vega-Moreno, D., Fernández-Monroy, M., Sanchez-Cuervo, M., García-Santana, A., Melián-Alzola, L., Granado-Suárez, I.S.; Pérez-Martín, L.A., Mesa-Mendoza, M.: Evaluation of the Applicability of the Flipped Classroom in Higher Education from a Multidisciplinary Approach. En: Ravelo García, A.G. et al. (Coords.) Innovation Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC. Proyectos, Métodos y Herramientas para el Futuro de la Educación, 233-244. Dykinson (2025).
10. Cognigni, E., Meschini, M.: Flipping the academic classroom: insights from an action-research in humanities. En: Ravelo García, A.G. et al. (Coords.) Innovation Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC. Proyectos, Métodos y Herramientas para el Futuro de la Educación, 245-252. Dykinson (2025).

11. Chiang, F.K, Wu, Z.: Flipping a classroom with a three-stage collaborative instructional model (3-CI) for graduate students. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(4), 51-67 (2021).
12. Samaila, K., Al-Samarraie, H., Tsong, C.K., Alzahrani, A.I.: A new guided flipped learning model for lifelong learning. *Interactive Learning Environments*, 33 (3), 2509-2523 (2025).
13. Vargo, S., Lusch, R.F.: Evolving to a new dominant logic for marketing. *Journal of Marketing*, 68, 1-17 (2004).
14. Bloom, B.S.: Taxonomy of educational objectives. Vol. 1. Cognitive domain. McKay (1956).
15. Anderson, L.W., Krathwohl, D.R: A taxonomy of Learning, Teaching and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives. Longman (2001).
16. Kwan, P., Kadel, R., Memon, T.D., Hashmi, S.S.: Reimagining Flipped Learning via Bloom's Taxonomy and Student-Teacher-Gen AI Interactions. *Education Sciences*, 5, 465 (2025).
17. SivaKumar, A.: Augmenting the flipped classroom experience by integrating Revised Bloom's Taxonomy: A faculty perspective. *Review of Education*, 11, e3388 (2023).
18. Castejón Ibáñez, M.M.: Estudio exploratorio sobre la implementación del aula invertida como metodología en la formación del profesorado en educación artística. *Pulso-Revista de Educación*, 47, 175-194 (2024).
19. Mendaña Cuervo, C., Remo Díez, N., López González, E., Olego Morán, M.A.: La evaluación de recursos docentes en una experiencia de Flipped Classroom. Un enfoque basado en el análisis cualitativo comparativo difuso (fsQCA). En: *Actas de congreso virtual. Avances en Tecnologías, Innovación y Desafíos de la Educación Superior*. ATIDES, 149-159 (2022).

Navegar en equidad: propuesta educativa para el liderazgo y la convivencia profesional en titulaciones marítimas

Lidia Paola Padilla Cruz^{*a}, Amanda Peña Navarro^a y Francisco Helenio Hoyos Medina^a

^aUniversidad de La Laguna, Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, Departamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima, Vía Auxiliar Paso Alto, 2, Santa Cruz de Tenerife, Islas Canarias, España.

RESUMEN

Este trabajo presenta una propuesta educativa basada en una investigación mixta sobre la equidad profesional en titulaciones marítimas, centrada en la sección de Máquinas. La investigación se desarrolló mediante encuestas y entrevistas orientadas a conocer las percepciones, barreras y fortalezas relacionadas con la presencia femenina en entornos técnicos y la forma en que dichas experiencias influyen en la convivencia y el desarrollo profesional. Entre los resultados iniciales, se puede visualizar que, aunque la mayoría de las personas encuestadas ha compartido entorno formativo o laboral con mujeres, la evolución de su presencia se percibe todavía en un punto intermedio. Sin embargo, las entrevistas reflejan que muchas de las participantes han tenido que modificar su forma de expresarse o comportarse para ser aceptadas, y además todas coinciden en la idea que las desigualdades percibidas repercuten de manera directa en el bienestar emocional y psicológico. Como consecuencia, se refuerza la necesidad de abordar esta diferencia desde la formación y la orientación académica, y por ello que surge la propuesta Navegar en Equidad, concebida como una experiencia piloto en fase de desarrollo que se implementará durante el presente curso dentro del Programa de Orientación y Acción Tutorial de la EPSI, Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica de la Universidad de La Laguna. El proyecto combina aprendizaje experiencial, narrativa de casos reales y reflexión cooperativa para promover competencias socioemocionales y liderazgo inclusivo en el alumnado técnico, donde la diversidad se reconozca como un valor profesional y humano.

Palabras clave: innovación educativa; propuesta didáctica; enfoque mixto; titulaciones marítimas; equidad profesional; liderazgo; competencias emocionales; empatía.

ABSTRACT

This paper presents an educational proposal based on mixed research on professional equity in maritime degrees, focusing on the Engine department. The research was conducted through surveys and interviews aimed at understanding perceptions, barriers, and strengths related to the presence of women in technical environments and how these experiences influence coexistence and professional development. Initial results show that, although most of the people surveyed have shared a training or work environment with women, the evolution of their presence is still perceived as being at an intermediate stage. However, the interviews reveal that many of the participants have had to modify the way they express themselves or behave in order to be accepted, and they all agree that perceived inequalities have a direct impact on their emotional and psychological well-being. As a result, there is a greater need to address this difference through training and academic guidance, which is why the Navegar en Equidad (Navigating Equity) proposal has been developed. It is a pilot project currently in development that will be implemented during the current academic year as part of the Guidance and Tutorial Action Program of the Higher Polytechnic School of Engineering, Nautical, Marine Engineering, and Radioelectronics Section of the University of La Laguna. The project combines experiential learning, real-life case studies, and cooperative reflection to promote socio-emotional skills and inclusive leadership among technical students, where diversity is recognized as a professional and human value.

Keywords: educational innovation; teaching proposal; mixed approach; maritime degrees; professional equity; leadership; emotional skills; empathy.

*lpadilla@ull.edu.es; teléfono: 676717750

1. INTRODUCCIÓN

La presencia de mujeres en las titulaciones marítimas ha crecido de manera constante, aunque alcanzar una auténtica equidad sigue siendo una meta lejana para la profesión. A pesar de la existencia de políticas de igualdad y programas institucionales orientados a reducir las brechas, la representación femenina continúa siendo limitada, sobre todo en los departamentos técnicos, como en la sección de Máquinas. Esta situación no responde solo a factores estructurales, sino también a condicionantes culturales y simbólicos que condicionan la manera en la que se construye una identidad profesional y los modos de liderazgo dentro del ámbito marítimo. Hay diversos estudios que estudian esta desigualdad dentro del ámbito, como pueden reflejar Ibáñez [1] y Kitada [2] en sus investigaciones, de las que se puede resaltar la idea de que la incorporación de la mujer al sector ha supuesto, en muchos casos, un proceso de ajuste constante entre demostrar competencia técnica y lograr aceptación social, además de tener que adaptarse a los modelos de liderazgo y las formas de relación laboral aún influidos por estereotipos de género, lo que en muchos casos ha llevado a las mujeres de la profesión a abandonarla o a encontrarse en una situación emocionalmente o psicológicamente inestable. [5]

Las enseñanzas marítimas están caracterizadas por su estructura jerárquica y su enfoque operativo, no obstante, en la actualidad eso no es suficiente, es necesario integrar valores como la equidad, la cooperación y el respeto. En este sentido, y teniendo el objetivo de alcanzar en el ámbito una equidad, es necesario que la innovación educativa entienda que promover la equidad no significa igualar, sino reconocer la diversidad individual, resaltar las habilidades humanas y fortalecer las carencias que se presenten en una persona de un equipo, sin importar su género, puesto que el mejor resultado que se puede conseguir es un buen trabajo en equipo, y garantizar tanto la seguridad, como la sostenibilidad del sector marítimo [3][4]

El presente trabajo se integra dentro de una investigación doctoral en desarrollo que aborda la equidad profesional en las titulaciones marítimas. Para ello, se ha optado por un enfoque mixto que combina técnicas cuantitativas y cualitativas, con el fin de poder reflejar tanto los datos objetivos como las experiencias que están tras este factor de desigualdad. A través de encuestas y entrevistas se examinaron las percepciones, las barreras y las fortalezas manifestadas por estudiantes y profesionales del sector, donde dentro de los primeros resultados, se consigue percatar que hay ciertos progresos en inclusión, aunque persisten estereotipos y resistencias que influyen de manera directa en la vivencia académica y emocional, sobre todo en ámbitos técnicos. Esta realidad refuerza la necesidad de intervenir desde la educación, promoviendo la conciencia emocional, la reflexión crítica y el liderazgo, desde las primeras etapas formativas universitarias.

Los resultados y la experiencia profesional de las autoras son la base para la propuesta Navegar en Equidad, una experiencia educativa que traslada los hallazgos de la investigación al ámbito de la acción tutorial. Se plantea como proyecto piloto dentro del Programa de Orientación y Acción Tutorial (POAT) de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (EPSI) de la Universidad de La Laguna (ULL), dirigido al alumnado de primer curso de los grados en Náutica y Transporte Marítimo y en Tecnologías Marinas. Su propósito es generar un espacio de reflexión sobre equidad, convivencia y gestión emocional desde el inicio de la formación, de modo se refuerce durante la trayectoria universitaria, para intentar generar un cambio en la profesión. La propuesta combina aprendizaje experiencial, análisis de casos reales, dinámicas cooperativas, orientadas a mejorar las competencias sociales y el liderazgo consciente que caracterizan a una cultura marítima más justa, diversa y sostenible.

En conjunto, los resultados obtenidos refuerzan la necesidad de integrar la mirada de la equidad en la educación, que en este proyecto se centra en la etapa universitaria, pero lo recomendable sería adaptarlo a etapas anteriores para conseguir una mejor visualización de la mujer en el sector y conseguir unos avances más significativos minimizando así el tiempo de transición. Es necesario resaltar, que la incorporación de esta perspectiva no solo mejora la convivencia profesional, sino que también impulsa el desarrollo de liderazgos más éticos, sensibles y preparados para afrontar los desafíos humanos y tecnológicos del sector marítimo actual.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

La investigación sobre género y liderazgo en el ámbito marítimo ha aumentado y evolucionado en los últimos años, pasando de un enfoque descriptivo hacia uno más interpretativo, centrado en las dinámicas culturales y emocionales que atraviesan las trayectorias profesionales. Estudios como los de Ibáñez [1] en el contexto español y los de Kitada [2] o Kitada & Tansey [5] a nivel internacional, reflejan cómo las mujeres en los entornos técnicos marítimos adoptan estrategias de adaptación y un liderazgo masculinizado para ganar reconocimiento profesional, junto con el aprendizaje de competencias técnicas y habilidades socioemocionales. Desde otro punto de vista, la OMI y WISTA [3] muestran un cambio institucional que busca la diversidad como un elemento de seguridad y sostenibilidad en la industria marítima.

En el ámbito de la pedagogía hay varios autores y estudios que defienden que el aprendizaje más significativo viene dado por una enseñanza basada en la experiencia, la reflexión y el diálogo, más que en el hecho de transmitir una información de forma unidireccional. Dentro de estos autores, se encuentra Kolb [6], que plantea que el conocimiento se construye a partir de la experiencia vivida y del análisis crítico de sus resultados, mientras que Freire [7] sostiene que la educación debe ser participativa, consciente y transformadora, basada en la acción y la toma de conciencia colectiva. En este contexto, el autor Mezirow [8] mantiene que el aprendizaje auténtico implica cuestionar las propias creencias y reconstruir la manera en que se comprende la realidad, y Goleman [9] destaca la importancia de las competencias emocionales como base del liderazgo y la convivencia profesional.

A partir de esta revisión, se entiende la necesidad de incorporar la perspectiva de equidad y las competencias emocionales en la formación universitaria marítima, como parte de una educación técnica más humana y transformadora, y además, de transformar la forma en la que se transmite, puesto que no puede tratarse únicamente desde acciones informativas o conferencias puntuales, sino mediante experiencias educativas que permitan al alumnado que viva, analice y transforme sus propias creencias, percepciones o pensamientos.

3. METODOLOGÍA

La metodología, como se comentaba anteriormente, tiene enfoque mixto, cuantitativo y cualitativo, orientado a comprender la realidad profesional y formativa de las mujeres en el ámbito marítimo y a trasladar ese conocimiento al diseño de la propuesta educativa Navegar en Equidad. El objetivo de este enfoque es poder medir de forma objetiva los datos tanto de forma institucional como desde las perspectivas de los profesionales, sin olvidar la parte más importante, que es la comprensión profunda de las experiencias personales, donde realmente se puede visualizar la perspectiva femenina en el sector. La combinación de ambas visiones permite captar no solo los datos cuantificables sobre la presencia femenina, sino también los significados emocionales y psicológicos que configuran las dinámicas de equidad en los entornos técnicos, lo que lleva al método a convertirse en un puente entre la evidencia empírica y la reflexión pedagógica. En definitiva, el estudio combina análisis documental, trabajo de campo y desarrollo pedagógico, integrando datos objetivos con testimonios personales que permiten abordar la equidad desde una dimensión técnica, emocional y relacional.

En una primera fase se realizó una revisión de fuentes institucionales y académicas sobre la participación femenina en el sector marítimo y su evolución en Canarias. Se consultaron registros de matrícula, seguimiento y egreso de los grados en Náutica y Transporte Marítimo y Tecnologías Marinas, así como la información relacionada con la prueba de idoneidad para la obtención del título de oficial de máquinas. Este análisis permitió situar la presencia de la mujer en la formación marítima dentro de un contexto real y actualizado, donde se manifestó una representación todavía minoritaria, pero en avance constante.

La segunda fase correspondió al trabajo de campo, desarrollado mediante encuestas y entrevistas. El cuestionario fue respondido por 80 participantes entre alumnado y profesionales del sector marítimo, en el que se incluía preguntas cerradas y de escala Likert orientadas a explorar las percepciones de ambos géneros sobre convivencia, equidad profesional, liderazgo y experiencia compartida con mujeres en entornos técnicos. Por otro lado, se realizaron 23 entrevistas semiestructuradas a mujeres oficiales y alumnas de las secciones de Máquinas y Puente, centradas en aspectos emocionales y simbólicos como la adaptación al entorno, el reconocimiento profesional y la construcción de la identidad laboral, para poder obtener la visión de quién transita por esta desigualdad.

Entre los resultados, se ha seleccionado de forma objetiva una pequeña muestra para este artículo dentro de las categorías de identidad profesional, adaptación al entorno e impacto emocional, con el objetivo de dirigir y resaltar la innovación educativa por medio de la acción tutorial y mentoría. Para ello, se combinó el análisis descriptivo de los datos cuantitativos, representados mediante gráficos de distribución y la síntesis temática de las respuestas cualitativas, plasmadas por medio de tablas de frecuencias interpretativas, para visualizar patrones de respuesta más relevantes sin perder la riqueza narrativa de las experiencias.

La tercera fase se centró en el diseño de la propuesta Navegar en Equidad, concebida como una experiencia piloto dentro del Programa de Orientación y Acción Tutorial (POAT). Este proceso implicó trasladar los resultados del estudio al contexto educativo, priorizando la aplicación práctica de los hallazgos sobre convivencia, liderazgo y equidad en la formación técnica. La actividad está orientada a realizarla con profesionales del sector, donde la jornada se basa en combinar el aprendizaje experiencial, narrativa de casos reales y reflexión cooperativa, promoviendo en el alumnado la identificación de sesgos, emociones y modelos de liderazgo que conforman la cultura marítima.

El proceso se desarrolló bajo criterios éticos y de confidencialidad, garantizando el anonimato de las participantes y el uso académico de la información. Más que obtener resultados estadísticos, el propósito ha sido dar sentido pedagógico a las experiencias, construyendo una base sólida y un punto de partida para la acción tutorial y la innovación educativa en contextos técnicos tradicionalmente masculinizados.

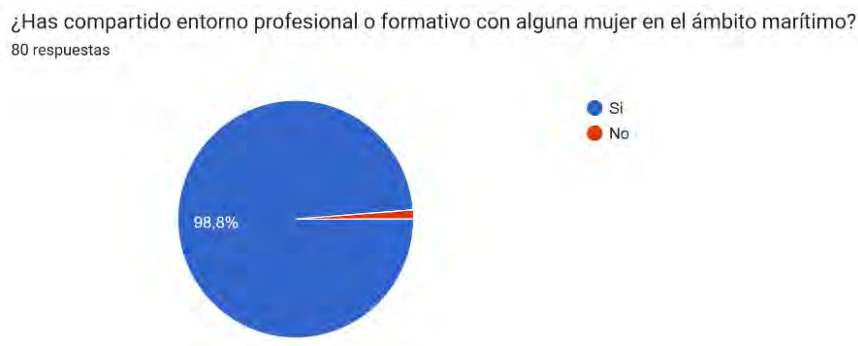
4. RESULTADOS

Los resultados obtenidos de esta investigación en curso permiten comprender de mejor forma y con una mayor profundidad la relación entre equidad, desarrollo y convivencia profesional en el ámbito marítimo, así como, visibilizar tanto los avances como limitaciones de la integración de las mujeres en el sector, que se deben en gran parte a las persistencias culturales y desconocimiento. Como se ha comentado anteriormente, los resultados presentados en este artículo constituyen una pequeña muestra dentro de la investigación y corresponden a la fase diagnóstica del estudio, previa a la implementación de la propuesta *Navegar en Equidad*.

4.1. Resultados de las encuestas

Entre los datos recogidos en la encuesta, se han seleccionado de manera significativa para este artículo dos aspectos principales. El primero se basa en la presencia femenina en el ámbito marítimo, que, como se observa, en la actualidad no se trata de una circunstancia excepcional, sino de un hecho cada vez más normalizado. Este aspecto se puede visualizar en el gráfico, donde se aprecia que una gran mayoría de las personas encuestadas ha coincidido con alguna mujer en el ámbito marítimo, ya sea de forma profesional o formativa.

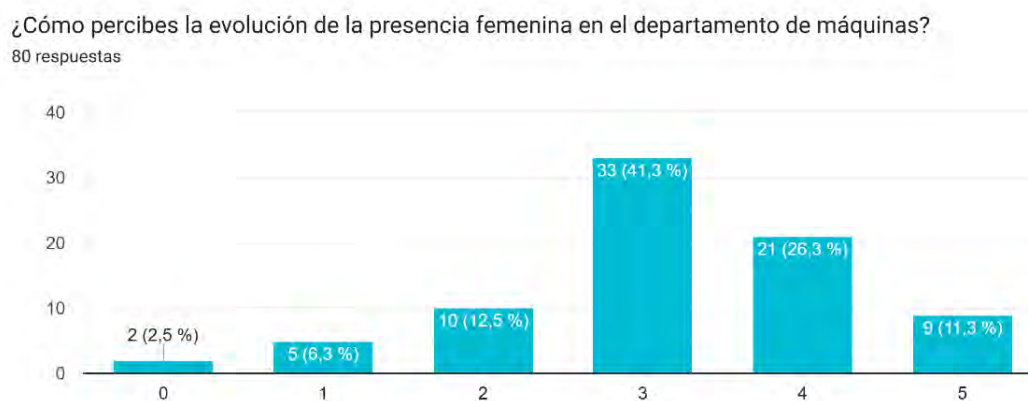
Figura 1. Porcentaje de personas que han compartido entorno profesional o formativo con mujeres en el ámbito marítimo.



Sin embargo, cuando se les pidió valorar la evolución de la presencia femenina en el departamento de Máquinas, la mayoría situó su percepción en niveles intermedios (valores 3 y 4 de una escala de 0 a 5). Este resultado puede interpretarse de dos formas: por un lado, como la percepción de un avance parcial; y por otro, como la falta de una reflexión profunda sobre qué significa realmente la integración dentro del entorno técnico. Es posible que muchas de las personas encuestadas asocien “evolución” únicamente con la

presencia numérica de mujeres, sin detenerse a considerar los aspectos culturales, organizativos y emocionales que conlleva una inclusión efectiva.

Figura 2. Percepción de la evolución de la presencia femenina en el departamento de máquinas.



El conjunto de los datos cualitativos permite crear una visión de la situación actual del tema a tratar, pero no transmite las experiencias o emociones de las personas que realmente viven esta falta de equidad. Por este motivo, la parte de la investigación cualitativa se centra en mujeres que viven, interpretan y gestionan esta falta de equidad en los entornos marítimos.

4.2. Resultados de las entrevistas

Las entrevistas realizadas a mujeres de los departamentos de Máquinas y Puente permitieron identificar los efectos que tiene el entorno marítimo en su desarrollo personal, emocional y profesional. Las respuestas recogidas muestran patrones comunes que reflejan tanto las estrategias de adaptación empleadas como el impacto psicológico que genera un entorno todavía masculinizado.

A continuación, se podrá visualizar una muestra de los resultados obtenidos a partir de dos de las preguntas del cuestionario:

- ¿Crees que el entorno marítimo ha influido en tu energía, forma de ser o de expresarte? ¿Has tenido que adoptar actitudes que no te resultan naturales para encajar o hacerte respetar?

- ¿Piensas que esta diferencia puede o a podido afectar a la salud mental o emocional de las mujeres del ámbito?

Tabla 1. Influencia del entorno marítimo en la forma de expresarse o comportarse

Categoría obtenida	Frecuencia
Modificación del comportamiento o forma de expresarse	Alta
Adaptación selectiva según el ambiente o la tripulación	Media
Sin influencia directa, pero reconocimiento de la desigualdad en otras compañeras	Baja

Tabla 2. Afectación emocional o psicológica.

Categoría obtenida	Frecuencia
Sensación de desgaste emocional o agotamiento psicológico	Alta
Afectación ocasional según las circunstancias del entorno	Media
No afectación directa, pero empatía hacia otras compañeras	Baja

Los resultados muestran una alta frecuencia de adaptación conductual y emocional, donde las participantes señalan haber modificado su forma de comunicarse o comportarse para desenvolverse en el sector. Por ende, esta adaptación se percibe como una respuesta necesaria ante un entorno que aún asocia la autoridad y el liderazgo con modelos masculinos. Asimismo, en la segunda table, se puede visualizar una afectación emocional significativa, por diferentes motivos como son el agotamiento psicológico, la pérdida de motivación y el sobreesfuerzo. Aunque algunas participantes declaran no sentirse directamente afectadas, reconocen haber observado estos efectos en otras compañeras.

En conjunto, las entrevistas confirman que la falta de equidad en el ámbito marítimo es un hecho real y que no solo tiene una dimensión estructural, sino también emocional y simbólica. Este hallazgo refuerza la necesidad de abordar la equidad profesional desde la educación y la formación emocional, base sobre la que se construye la propuesta Navegar en Equidad.

4.3. Propuesta didáctica: Navegar en equidad.

La propuesta Navegar en Equidad es una experiencia piloto en fase de implementación, impulsada por los docentes dentro del Programa de Orientación y Acción Tutorial de la EPSI, Sección Náutica, Máquinas y Radioelectrónica de la ULL, dirigida al alumnado de primer curso de los grados en Náutica y Transporte Marítimo y en Tecnologías Marinas.

Se trata de una iniciativa de aula, que comienza y se basa en los resultados de la investigación comentada anteriormente, donde queda en evidencia que, en el ámbito marítimo, las mujeres conviven con los sesgos culturales, la carga emocional asociada a la adaptación de entornos técnicos, y el liderazgo masculinizado. Es por este motivo, este proyecto busca trasladar los hallazgos científicos al aula y a la tutoría universitaria, generando un espacio de diálogo y aprendizaje vivencial donde el alumnado pueda reconocer, analizar y transformar sus propias creencias y actitudes.

A continuación, se muestra el desglose de la actividad, que recoge las dinámicas propuestas y la forma en que se llevará a cabo esta experiencia piloto en el aula, dentro del marco del POAT.

4.3.1. Objetivo general

Promover una equidad profesional, un liderazgo inclusivo y convivencia profesional en las titulaciones marítimas, por medio de una actividad educativa interdisciplinar, cooperativa y emocionalmente consciente

4.3.2. Objetivos específicos

- Sensibilizar al alumnado sobre las desigualdades de género y las microinjusticias presentes.
- Desarrollar competencias socioemocionales: empatía, comunicación asertiva, autorregulación emocional y cooperación.
- Fomentar la reflexión crítica sobre los estilos de liderazgo y convivencia a bordo y en tierra.
- Visibilizar referentes femeninos dentro del sector marítimo.
- Promover compromisos éticos individuales y colectivos hacia una cultura profesional más justa.

4.3.3. Estructura y metodología

La experiencia Navegar en Equidad se define como una jornada formativa y participativa, con actividades para al aula universitaria. Combina diferentes modalidades o aspectos de la docencia, como son el aprendizaje experiencial [6], la educación transformadora [7] y la reflexión crítica [8].

Tabla 3. Desglose de la actividad piloto Navegar en Equidad.

Fase	Actividad	Descripción	Objetivo principal
Bienvenida y sensibilización	Mesa redonda “Mujeres y hombres que abren camino”	Participación de profesionales del sector (jefas de máquinas, oficiales, capitanas, inspectores). Se abordan experiencias reales, retos y apoyos recibidos.	Visibilizar referentes y promover la complicitad profesional.
Taller práctico	“¿Y tú qué harías?” – Reacciona o Normaliza	Simulación de microinjusticias o comportamientos sutilmente sexistas, inspirados en testimonios reales. Se trabaja en grupos mixtos sobre cómo actuar o responder.	Fomentar la empatía, la reflexión ética y la capacidad de intervención responsable.
Dinámica experiencial	“Te cambio el rol” – Teatro invisible	Representación de escenas breves donde se dramatizan actitudes de desigualdad o silenciamiento.	Vivenciar el impacto emocional y reflexionar sobre los patrones normalizados.
Participación colectiva	“Lo que callamos en las titulaciones marítimas”	Creación de un mural anónimo con frases, pensamientos o vivencias reales.	Reconocer las emociones compartidas y romper el silencio.
Diagnóstico simbólico	“Cuadro de mando de equidad”	Panel de percepción tipo semáforo con preguntas sobre trato, roles y experiencias.	Observar la percepción colectiva y abrir el debate sobre la cultura del respeto.
Cierre y compromiso	“El mapa de lo posible”	Cada participante escribe un compromiso personal o colectivo hacia la equidad y el liderazgo ético.	Consolidar aprendizajes y establecer compromisos reales de cambio.

4.3.4. Metodología participativa y recursos

El enfoque combina:

Aprendizaje vivencial: el alumnado experimenta, no solo escucha.

Reflexión guiada: cada proceso termina con debate y conclusiones colectivas.

Tutoría transformadora: el profesorado actúa como facilitador y mediador.

Materiales y apoyos: testimonios reales, paneles visuales, y cuaderno de reflexión individual.

4.3.5. Evaluación y seguimiento

La evaluación será principalmente formativa y cualitativa. Se emplearán:

Autoevaluación reflexiva: breve formulario al finalizar la jornada.

Rúbrica participativa: valoración de empatía, liderazgo cooperativo y participación activa.

Mural de compromisos: como instrumento simbólico y observable de impacto.

Además, se contempla un seguimiento posterior a través de una encuesta digital para analizar el impacto en la percepción del alumnado tras la experiencia piloto.

4.3.6. Impacto esperado

La experiencia Navegar en Equidad pretende ser el primer paso hacia la integración sistemática de la educación emocional y la equidad profesional en las titulaciones marítimas. Se espera que contribuya a:

- Reducir los estereotipos de género y mejorar la convivencia académica.
- Desarrollar habilidades de liderazgo consciente en contextos técnicos.
- Generar alianzas entre alumnado, profesorado y profesionales del sector.
- Servir como modelo replicable en otras universidades o centros de formación náutica.

Esta propuesta piloto se encuentra actualmente en fase de implementación durante el presente curso académico (2025–2026) en la Universidad de La Laguna, y su evaluación formará parte de la investigación doctoral en curso. Los resultados presentados corresponden a la etapa previa de diagnóstico, en la que se recabaron percepciones, necesidades formativas y patrones de liderazgo entre alumnado y profesionales.

Además de los impactos esperados a medio plazo, durante el proceso de preparación y validación de la propuesta se han identificado efectos iniciales de sensibilización en el entorno profesional. En esta etapa, la propuesta ha sido compartida y contrastada con profesionales del sector marítimo con el fin de incorporar mejoras y adecuarla al contexto real de los buques y de las titulaciones técnicas. De estos intercambios ha surgido una reflexión significativa: muchas de las situaciones de inequidad no son plenamente conscientes, ni para quienes las viven ni para quienes las reproducen.

Durante el debate de esta propuesta con profesionales se observaron casos reveladores: algunas mujeres afirmaban no haber experimentado desigualdades, pero al relatar episodios concretos describían situaciones claramente vinculadas a la falta de equidad. De forma paralela, algunos hombres expresaban sorpresa al conocer esas experiencias, llegando a preguntar con genuina incredulidad si realmente ocurrían. Este contraste evidencia la necesidad de promover espacios donde se puedan identificar y comprender estos sesgos y normalizaciones, de modo que la reflexión colectiva se convierta en el punto de partida para un cambio real en la cultura marítima.

Por ello, la aplicación de Navegar en Equidad se ha programado para el segundo cuatrimestre del curso, buscando el mejor aforo y el formato más adecuado para favorecer una participación consciente y comprometida, evitando que se perciba como una actividad o charla más. En paralelo, se continúa ampliando la red de profesionales colaboradores, de modo que la implementación final represente una acción educativa compartida entre la universidad y el entorno marítimo.

5. DISCUSIÓN

La propuesta Navegar en Equidad surge como posible solución educativa a la problemática encontrada durante la investigación sobre la equidad profesional en titulaciones marítimas. Aunque aún no ha sido implementada, su diseño permite resaltar la necesidad de incorporar en la formación técnica espacios de diálogo y aprendizaje emocional que preparen al alumnado para una convivencia profesional más justa.

El proceso de elaboración de esta experiencia piloto ha manifestado que la innovación educativa en contextos técnicos requiere una visión más amplia, donde se deben desarrollar tanto las competencias técnicas, como las competencias humanas de forma complementaria. Además, el hecho de situarla dentro del ámbito de la acción tutorial refuerza la idea de que la equidad no se enseña desde la teoría, sino desde la vivencia y la reflexión compartida. Esta fase inicial permitirá ajustar las dinámicas y la metodología, evaluando posteriormente su impacto en la percepción del alumnado y su desarrollo socioemocional.

6. CONCLUSIÓN

La experiencia Navegar en Equidad representa una oportunidad para avanzar hacia una educación marítima más humana, consciente y equitativa. Aunque se trata de una iniciativa de aula en fase de implementación, su diseño, basado en la investigación y en la práctica docente, demuestra que la formación emocional y el liderazgo inclusivo pueden integrarse en las titulaciones técnicas sin perder rigurosidad académica.

Entre las principales conclusiones se destacan:

- La formación universitaria marítima requiere incorporar espacios de reflexión sobre convivencia y equidad desde las primeras etapas formativas.
- Las desigualdades de género no se corrigen únicamente con políticas institucionales, sino con experiencias educativas que permitan al alumnado vivir y comprender la diversidad como un valor profesional.
- La tutoría universitaria constituye un entorno idóneo para el desarrollo de competencias socioemocionales y éticas vinculadas al liderazgo.
- El carácter piloto de Navegar en Equidad facilita su replicabilidad en otras escuelas técnicas o contextos marítimos, adaptando sus contenidos a cada realidad.

Finalmente, esta propuesta busca también generar conciencia, ya que muchas de las desigualdades presentes en los entornos técnicos no se mantienen por rechazo, sino por desconocimiento o falta de percepción de lo que ocurre. Navegar en Equidad aspira, a abrir los ojos, a promover el diálogo y a construir una mirada compartida más empática y justa hacia la profesión. Su implementación durante el curso 2025–2026 permitirá valorar su impacto real y consolidar una base de innovación educativa que contribuya a una cultura marítima más diversa, equitativa y sostenible.

REFERENCIAS

1. Ibáñez, I. El progreso de las mujeres en la Marina Mercante. Adenda. Itsas Memoria, 2016.
2. Kitada, M. Women Seafarers and their Identities. Doctoral thesis, World Maritime University, 2010.
3. IMO & WISTA International. Women in Maritime Survey 2021. International Maritime Organization, 2021.
4. Faulkner, W. Doing gender in engineering workplace cultures. I. Observations from the field. *Engineering Studies*, 1(1), 3–18, 2009.
5. Kitada, M., & Tansey, P. Gendered leadership in the maritime industry: women seafarers' experiences in northern Europe. *WMU Journal of Maritime Affairs*, 17(3), 491–510, 2018.
6. Kolb, D. A. (1984). *Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall.
7. Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. Siglo XXI.
8. Mezirow, J. (1991). *Transformative Dimensions of Adult Learning*. Jossey-Bass.
9. Goleman, D. (1995). *Emotional Intelligence*. Bantam Books.

El rol de la gamificación en el aprendizaje de la programación en estudiantes de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional

Carolina Gómez Fernández^{a[0000-0002-1873-8615]}, Irene Hernández Ruiz^[0000-0003-2752-2303], Ariella Quesada Rosales^{a[0000-0002-4891-8916]},¹, and Katty Vásquez Ávila^{a[0009-0005-8917-1125]}, ^aEscuela de Informática, Universidad Nacional Heredia, Costa Rica

RESUMEN

El presente trabajo analiza la percepción de estudiantes universitarios sobre la aplicación de la gamificación en el aprendizaje de la programación, con el propósito de identificar los elementos lúdicos que favorecen la motivación y el aprendizaje en contextos de educación superior. La investigación se desarrolló con un enfoque cuantitativo, no experimental y transversal, mediante la aplicación de un formulario digital dirigido a 69 estudiantes de la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Nacional de Costa Rica durante el I ciclo lectivo de 2025. Los resultados evidencian una actitud positiva hacia el uso de estrategias lúdicas, destacando elementos como puntos, recompensas, desafíos y retroalimentación constante. Además, se identificaron herramientas gamificadas valoradas por el estudiantado, tales como Kahoot, Quizizz y Minecraft: Education Edition. El estudio concluye que la gamificación constituye una estrategia pedagógica efectiva y accesible para fortalecer la participación, la motivación intrínseca y el aprendizaje significativo en la formación universitaria en programación, aportando evidencia empírica inédita en el contexto costarricense.

Palabras claves: gamificación, programación, estudiantes universitarios

1. INTRODUCCIÓN

El juego ha sido tradicionalmente asociado con la infancia y con actividades recreativas. Sin embargo, esta percepción ha sido cuestionada desde diversas disciplinas, al reconocer que el juego cumple funciones significativas en el desarrollo cognitivo, emocional y social a lo largo de toda la vida. El juego es una actividad libre, separada de la vida ordinaria, incierta, improductiva, reglada y ficticia, que los individuos realizan por placer y que, aunque no produce bienes materiales, posee un sentido y estructura propios [1].

A medida que las personas crecen, el concepto del juego suele quedar rezagado, aunque debería mantenerse presente a lo largo de la vida. Algunos de los beneficios que reciben los participantes de los juegos son: disfrute, expresión de sentimientos, confianza en sí mismos, establecimiento de contactos sociales, transmisión de ideas y respeto a las reglas [2].

En el ámbito educativo, el juego representa una herramienta poderosa para hacer del aprendizaje una experiencia más atractiva y significativa. En el ámbito educativo, la gamificación se define como la incorporación de estrategias, dinámicas y elementos propios de los juegos en contextos no lúdicos, con el propósito de transmitir contenidos, promover determinados comportamientos y generar experiencias de aprendizaje motivadoras, participativas y divertidas. [3].

La gamificación se entiende como la aplicación de mecánicas, dinámicas y técnicas de diseño de juegos en contextos que no son propiamente lúdicos, con el fin de motivar e involucrar a las personas en la resolución de problemas o en la realización de tareas específicas [4], [5]. En el ámbito educativo, este enfoque permite trasladar al aula los principios del diseño de juegos como la competencia sana, la retroalimentación constante, los retos progresivos y las recompensas simbólicas, con el fin de incrementar la motivación y el compromiso del estudiantado. De este modo, la gamificación se consolida como una estrategia pedagógica capaz de transformar la experiencia de aprendizaje tradicional en una experiencia más dinámica, participativa y significativa.

A nivel universitario la gamificación ha cobrado gran relevancia, ya que es una herramienta muy atractiva para que los estudiantes puedan adquirir conocimientos ya que los estudiantes viven una experiencia diferente de aprendizaje, la técnica

crea sentimientos de dominio y autonomía en las personas, dando lugar a un voluntario cambio de comportamiento de estas [6].

En este documento se explora la percepción de los estudiantes con respecto a la gamificación y su posible influencia en el aprendizaje de la programación en estudiantes universitarios, específicamente en la carrera de Ingeniería en Sistemas de Información de la Universidad Nacional de Costa Rica., mediante la aplicación de un instrumento de recolección de datos, se busca conocer la percepción estudiantil de una muestra de 69 estudiantes sobre el uso de estrategias lúdicas en el aula, así como identificar los elementos de gamificación que resultan motivadores y efectivos desde su experiencia.

Aunque existen múltiples investigaciones internacionales sobre la gamificación en la enseñanza de la programación, la mayoría se han desarrollado en contextos europeos o asiáticos, con enfoques generalizados y resultados poco transferibles a realidades educativas latinoamericanas. En este sentido, el presente estudio aporta evidencia empírica inédita en el contexto costarricense, al analizar la percepción del estudiantado de la Universidad Nacional (UNA) frente a la incorporación de estrategias lúdicas en cursos introductorios de programación. Este enfoque permite comprender cómo las herramientas de gamificación como Kahoot, Quizizz, Scratch y Minecraft: Education Edition se integran en entornos de aprendizaje donde el acceso tecnológico, las prácticas docentes y la motivación del alumnado presentan características propias de la educación pública universitaria costarricense.

2. REVISIÓN DE LA LITERATURA

2.1 Fundamentación teórica de la gamificación en educación

La gamificación se define como el uso de elementos, dinámicas y mecánicas propias de los juegos en contextos no lúdicos, con el propósito de fomentar la motivación, el compromiso y la adquisición de conocimientos [3][4][5]. En el ámbito educativo, su aplicación ha demostrado incrementar la participación y el disfrute del aprendizaje, promoviendo además la autonomía y el pensamiento crítico [6].

Autores como Werbach y Hunter [5] señalan que los sistemas de puntos, niveles, insignias y tablas de clasificación permiten mantener la atención del estudiante mediante la retroalimentación constante y la sensación de progreso. De forma complementaria, Gallego et al. [3] argumentan que la experiencia lúdica convierte el aprendizaje en un proceso activo y emocionalmente significativo.

Desde una perspectiva pedagógica, la gamificación se sustenta en teorías del aprendizaje motivacional, entre ellas la Teoría de la Autodeterminación, propuesta por Deci y Ryan en *Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior* [29]. Esta teoría plantea que la competencia, la autonomía y la relación social son factores esenciales para mantener el compromiso con las tareas académicas. En el contexto de la enseñanza de la programación, estas variables resultan determinantes para superar la frustración inicial que puede provocar la lógica computacional o la sintaxis de los lenguajes [7].

2.2. Evidencia empírica internacional

Diversas investigaciones han evidenciado el impacto positivo de la gamificación en la enseñanza de la programación, por ejemplo, los cursos introductorios de programación suelen ser percibidos como difíciles y abrumadores por los estudiantes, lo que afecta negativamente su motivación, compromiso y rendimiento académico [7].

En el marco del proyecto europeo NEWTON, Zhao et al. [8] exploraron el uso de juegos serios en cursos universitarios, con el fin de mejorar la experiencia de aprendizaje y la adquisición de conocimientos. Este estudio fue aplicado en tres instituciones de educación superior europeas, incluyó a más de 100 estudiantes y abordó conceptos complejos mediante videojuegos específicos, como Variable Game que aborda el concepto de variables en C y Java, mediante una metáfora de almacén con contenedores y el juego Loop Game que enseña estructuras de repetición (bucles) a través de una historia interactiva submarina protagonizada por una sirena.

De manera similar, un estudio realizado en la Tamkang University (Taiwán) aplicó un ‘courseware’ gamificado llamado Programmer Adventure Land a estudiantes universitarios en un curso de programación, utilizando un enfoque de

aprendizaje por problemas (Problem-Based Learning). Los resultados mostraron mejoras en la satisfacción, la motivación y el disfrute del alumnado [9].

Por otro lado, un estudio realizado en la Universidad de Valladolid (España) aplicó una actividad lúdica extracurricular a 315 estudiantes de Ingeniería Informática y Estadística, en la que los participantes en la condición experimental (n = 168) utilizaron minijuegos gamificados de programación con niveles crecientes de dificultad, puntuación y vida. Dicha intervención mostró mejoras estadísticamente significativas tanto en los resultados académicos como en la motivación y autoeficacia del alumnado frente a la programación concurrente y paralela, en comparación con el grupo de control (n = 147) [10].

2.3. Herramientas digitales para la implementación de la gamificación

Entre las herramientas más utilizadas en entornos educativos se encuentran Kahoot, Quizizz, Scratch y Minecraft: Education Edition, que permiten combinar evaluación formativa, retroalimentación inmediata y creatividad.

2.3.1 Classcraft

Según su sitio web, Classcraft ofrece experiencias de aprendizaje inmersivas, alineadas con los estándares, que ayudan a los docentes a responder a las necesidades de los estudiantes en tiempo real. El resultado: menor planificación docente y mayor participación estudiantil [11].

En esta línea, se realizó un estudio en el que analizaron el potencial de la plataforma de gamificación Classcraft para fomentar el aprendizaje autodirigido en estudiantes de Tecnología de Aplicaciones Informáticas en educación secundaria [12]. La investigación se centró en evaluar el impacto de Classcraft en variables como: la motivación, la autonomía y la participación estudiantil. Los resultados demostraron que los estudiantes que utilizaron la plataforma presentaron un aumento significativo en su motivación y una mejora en su capacidad para gestionar su propio proceso de aprendizaje. Los autores recomiendan a los docentes considerar el uso de plataformas gamificadas como una estrategia para enriquecer la experiencia educativa y fomentar habilidades de aprendizaje autodirigido.

Por su parte, se analizó cómo Classcraft, concebido como un juego de rol digital orientado a la gestión del aula en educación secundaria, transforma las dinámicas tradicionales de enseñanza mediante la incorporación de elementos lúdicos [13]. Los autores concluyen que esta herramienta va más allá de una simple gamificación, promoviendo un proceso de ludificación que redefine profundamente tanto la gestión del aula como la experiencia de aprendizaje.

2.3.2 Cerebriti

Cerebriti es una plataforma web de origen español que permite tanto a docentes como a estudiantes crear juegos educativos personalizados, con cuestionarios de opción múltiple y actividades con mapas interactivos, entre otros. La herramienta ofrece 10 tipos de juegos distintos y contiene 16 categorías temáticas [14].

En el contexto educativo, Cerebriti promueve el aprendizaje activo, ya que permite a los estudiantes diseñar sus propios juegos, favoreciendo así la apropiación significativa de los contenidos y el desarrollo del pensamiento crítico. Además, la plataforma brinda a los docentes la posibilidad de hacer un seguimiento inmediato del desempeño estudiantil, gracias a la generación automática de resultados y calificaciones al completar cada actividad.

Por su facilidad de uso, su enfoque participativo e impacto en la motivación de los estudiantes, Cerebriti representa una herramienta valiosa para incorporar estrategias de gamificación en el aula, incentivando la creatividad y el compromiso con el proceso de aprendizaje.

2.3.3. Elever

Es una plataforma educativa suiza que combina gamificación, microaprendizaje y seguimiento del rendimiento para mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje. Fue diseñada para integrarse con cursos existentes, ya que permite a docentes y organizaciones crear juegos de aprendizaje personalizados y gestionar factores motivacionales dentro de un sistema de gestión de gamificación. Algunas de sus características son: i. se centra en la microeducación, promoviendo el

aprendizaje diario mediante ejercicios breves y continuos [15], ii. los docentes pueden adaptar el contenido y las actividades a las necesidades específicas de sus estudiantes, ofreciendo una experiencia de aprendizaje personalizada, iii. la plataforma incorpora elementos de juego para hacer el aprendizaje más atractivo y motivador, y iv. proporciona análisis detallados del progreso de los estudiantes, ayudando a identificar áreas de mejora [16].

2.3.4. Quizizz

Es una plataforma web gratuita que permite a docentes crear y administrar cuestionarios interactivos en línea. Los estudiantes pueden responder a estos cuestionarios de tres maneras distintas: en juegos en directo, como tareas asignadas o de manera individual. [17]

Quizizz facilita la creación de evaluaciones en línea, permitiendo a los estudiantes visualizar las preguntas en sus propias pantallas. Además, ofrece la posibilidad de realizar cuestionarios y encuestas en vivo, asignar tareas y generar exámenes a partir de diversos formatos como texto, archivos PDF, DOC, PPT, enlaces de YouTube y Wikipedia [17].

En un estudio se investigó cómo los cuestionarios electrónicos gamificados (e-quizzes) influyen en el rendimiento académico y la participación de los estudiantes en una clase de ciencias, comparándolos con métodos tradicionales de evaluación formativa [18], dando como resultado que la implementación puede mejorar la motivación y el compromiso de los estudiantes, haciendo del aprendizaje una experiencia más interactiva y atractiva.

2.3.5. Minecraft: Education Edition

En el sitio web de EdutoolsTec que Minecraft: Education Edition es una herramienta que a través del juego promueve la creatividad, colaboración y solución de problemas. Existe el módulo para enseñar a programar y otro más para enseñar Química. Hay toda una comunidad de profesores que comparte sus lecciones en diversos temas para que puedan ser reutilizados [19].

Se exploró el uso de la plataforma Minecraft: Education Edition como herramienta educativa para fomentar el pensamiento algorítmico y la alfabetización digital en estudiantes de primaria y secundaria. Su enfoque basado en el juego permite una experiencia de aprendizaje más atractiva y significativa, preparando a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real mediante la tecnología y la colaboración [20].

2.3.6. Quizlet

Quizlet es una plataforma educativa en línea que permite a estudiantes y docentes crear y utilizar tarjetas de estudio digitales para facilitar el aprendizaje y la memorización de conceptos. A través de diversas modalidades de estudio, ofrece una experiencia de aprendizaje personalizada y adaptativa [21].

Es utilizado en entornos educativos para reforzar el aprendizaje de vocabulario, conceptos clave y preparación para exámenes. Los docentes pueden crear conjuntos de tarjetas personalizados o acceder a una amplia biblioteca de materiales creados por otros usuarios, facilitando así la integración de la herramienta en diversas asignaturas y niveles educativos [22].

2.3.7 Scratch

Scratch es una plataforma de programación visual desarrollada por el MIT Media Lab, diseñada para introducir a niños y jóvenes en el mundo de la programación de manera lúdica y accesible. Utiliza bloques de código que se ensamblan como piezas de un rompecabezas, permitiendo a los usuarios crear historias interactivas, juegos y animaciones sin necesidad de escribir código tradicional [23].

2.3.8 Kahoot

Kahoot es una plataforma de aprendizaje basada en juegos que permite a docentes, estudiantes y profesionales crear y participar en cuestionarios interactivos, encuestas y actividades lúdicas en tiempo real. Su objetivo principal es fomentar

la participación y el aprendizaje colaborativo mediante la gamificación, convirtiendo el proceso educativo en una experiencia dinámica y motivadora [24].

Se investigó el impacto de la plataforma Kahoot en el desarrollo del pensamiento crítico de los estudiantes universitarios. Los resultados del estudio indican que la implementación de Kahoot en el proceso de enseñanza tiene un impacto positivo directo en las habilidades de pensamiento crítico de los estudiantes. Además, su uso mejora el pensamiento crítico de manera indirecta al aumentar la motivación y la participación activa en el aprendizaje. Por último, la gamificación a través de herramientas como Kahoot, puede ser una estrategia eficaz para fomentar habilidades cognitivas superiores en contextos educativos universitarios [25].

2.4 Síntesis de la revisión

Como se ha expuesto a lo largo de la revisión de la literatura, la gamificación constituye una estrategia pedagógica efectiva para enfrentar los desafíos asociados al aprendizaje de la programación en diversos niveles educativos. La inclusión de elementos lúdicos como: puntos, niveles, recompensas, narrativa y competencia, tiene el potencial de transformar entornos educativos tradicionales en experiencias dinámicas, personalizadas y motivadoras.

Los estudios han demostrado que la gamificación no solo incrementa la participación y el disfrute de los estudiantes, sino que también contribuye al desarrollo de habilidades cognitivas clave, tales como la atención, la memoria, la resolución de problemas y el pensamiento crítico. Además, el uso de plataformas gamificadas: Kahoot, Quizizz, Minecraft: Education Edition y Scratch ha demostrado ser especialmente valioso en contextos universitarios, por su facilidad de integración con contenidos técnicos vinculados a la programación.

3. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 Enfoque y diseño de investigación

El estudio se desarrolló bajo un enfoque cuantitativo, el cual es un método de investigación que utiliza herramientas de análisis matemático y estadístico para describir, explicar y predecir fenómenos mediante datos numéricos [26]. El diseño fue no experimental y transversal, en el cual se recolectan datos en un solo momento y su propósito es describir las variables y analizar su interrelación en un momento dado [27].

3.2 Contexto y población de estudio

La investigación se llevó a cabo en la Escuela de Informática de la Universidad Nacional de Costa Rica, durante el I ciclo lectivo de 2025, con estudiantes de la carrera de Bachillerato en Ingeniería en Sistemas de Información.

La muestra estuvo compuesta por 69 estudiantes, donde 49 se identificaron como hombres y 20 como mujeres, los cuales estaban matriculados en distintos niveles y cursos de la carrera, en donde usan diversos lenguajes de programación como C++, Java, Python, como parte de la formación académica.

La selección de los participantes se realizó mediante un muestreo por conveniencia, considerando la disponibilidad y accesibilidad de los estudiantes durante el periodo lectivo [28].

3.3 Actividades desarrolladas

El desarrollo del estudio se centró en la aplicación del cuestionario digital diseñado para recopilar las percepciones del estudiantado sobre la gamificación en la enseñanza de la programación. La aplicación del instrumento se realizó durante el primer ciclo lectivo de 2025, en modalidad virtual, mediante la plataforma Google Forms.

El cuestionario fue compartido a estudiantes de la Escuela de Informática de la Universidad Nacional. La participación del alumnado fue voluntaria, anónima y confidencial, garantizando el consentimiento informado previo.

Una vez recopiladas las respuestas, los datos fueron procesados mediante análisis estadístico descriptivo (frecuencias y porcentajes) utilizando Microsoft Excel. Las preguntas abiertas se analizaron a través de categorización temática, con el

fin de identificar patrones recurrentes de motivación, familiaridad y aceptación hacia la integración de la gamificación en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la programación.

Este procedimiento permitió obtener una visión integral sobre cómo el estudiantado percibe la gamificación como estrategia pedagógica, y cómo dicha percepción puede orientar futuras prácticas docentes en la enseñanza universitaria de la programación.

3.4 Instrumento de recolección de datos

El cuestionario utilizado fue de elaboración propia e incluyó 15 preguntas distribuidos en tres secciones:

1. Primera sección. Información general y conocimiento inicial: Esta parte recabó datos personales y académicos básicos, como edad, género, nivel del curso, experiencia previa con herramientas tecnológicas y con la programación. Además, incluyó una pregunta introductoria sobre las características y comprensión general de la gamificación, con el propósito de explorar el nivel de familiaridad del alumnado con el concepto.
2. Segunda sección. Experiencias lúdicas y motivacionales previas: En esta etapa se indagó sobre las actividades motivacionales y juegos educativos que las personas participantes habían experimentado durante la educación secundaria. Se buscó identificar qué tipos de dinámicas lúdicas habían resultado más significativas y cómo estas influyeron en su interés por áreas relacionadas con la ciencia, la tecnología o la programación.
3. Tercera sección: Elementos de gamificación y aplicabilidad en programación: Esta sección se centró en analizar la percepción del estudiantado sobre los elementos fundamentales de la gamificación (como puntos, niveles, insignias, recompensas y desafíos) y su posible aplicación en el aprendizaje de la programación. Asimismo, se incluyeron ítems orientados a conocer el grado de motivación y disfrute que el alumnado asocia a estas estrategias, especialmente en cursos donde se utilizan lenguajes como Python o C++.

Los ítems del cuestionario combinaron preguntas cerradas de selección única y múltiple junto con preguntas abiertas orientadas a recoger opiniones cualitativas sobre las estrategias lúdicas aplicadas en el aprendizaje de la programación. La muestra fue de tipo no probabilístico por conveniencia, seleccionada en función de la disponibilidad y accesibilidad del estudiantado para participar en el estudio dentro de un periodo académico específico [28]. Se garantizó el anonimato y la confidencialidad de los datos recopilados, los cuales fueron utilizados exclusivamente con fines académicos y de investigación.

3.5. Herramientas tecnológicas y recursos empleados

Herramientas de gamificación mencionadas: Kahoot, Quizizz, Scratch y Minecraft: Education Edition, seleccionadas por su accesibilidad gratuita y potencial para fomentar el pensamiento lógico y la resolución de problemas.

Herramienta de encuesta: Google Forms, empleada para aplicar el cuestionario de manera digital y recopilar automáticamente los datos en hojas de cálculo.

Análisis de datos: Los resultados se procesaron con Microsoft Excel generando tablas, gráficos y para las nubes de palabras se utilizó la herramienta en línea Word Art.

3.6. Consideraciones éticas

Se garantizó el anonimato y la confidencialidad de las respuestas. Los datos fueron utilizados únicamente con fines académicos y divulgación científica.

Todos los participantes otorgaron su consentimiento informado previo a la aplicación del instrumento, conforme a las políticas éticas institucionales de la Universidad Nacional.

4. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

En esta sección se presentan y analizan los resultados del formulario aplicado, integrando tanto datos cuantitativos como cualitativos, y vinculándolos con los referentes teóricos revisados previamente. El análisis permite identificar patrones de respuesta, niveles de aceptación y elementos valorados por los estudiantes, proporcionando evidencia empírica sobre el impacto potencial de la gamificación en contextos educativos universitarios.

En cuanto a la pregunta ¿Cuáles considera usted que son algunas de las características de la gamificación?, los estudiantes identificaron como principales atributos el aprendizaje más significativo (68%) y la retroalimentación constante (56%), como se muestra en la Figura 1. Estos hallazgos coinciden con lo planteado por Gallego [3], quienes afirman que la experiencia lúdica propicia una mayor implicación del estudiante y facilita la retención de conocimientos. También se relacionan con que la gamificación mejora la motivación y el compromiso en cursos introductorios de programación [7].

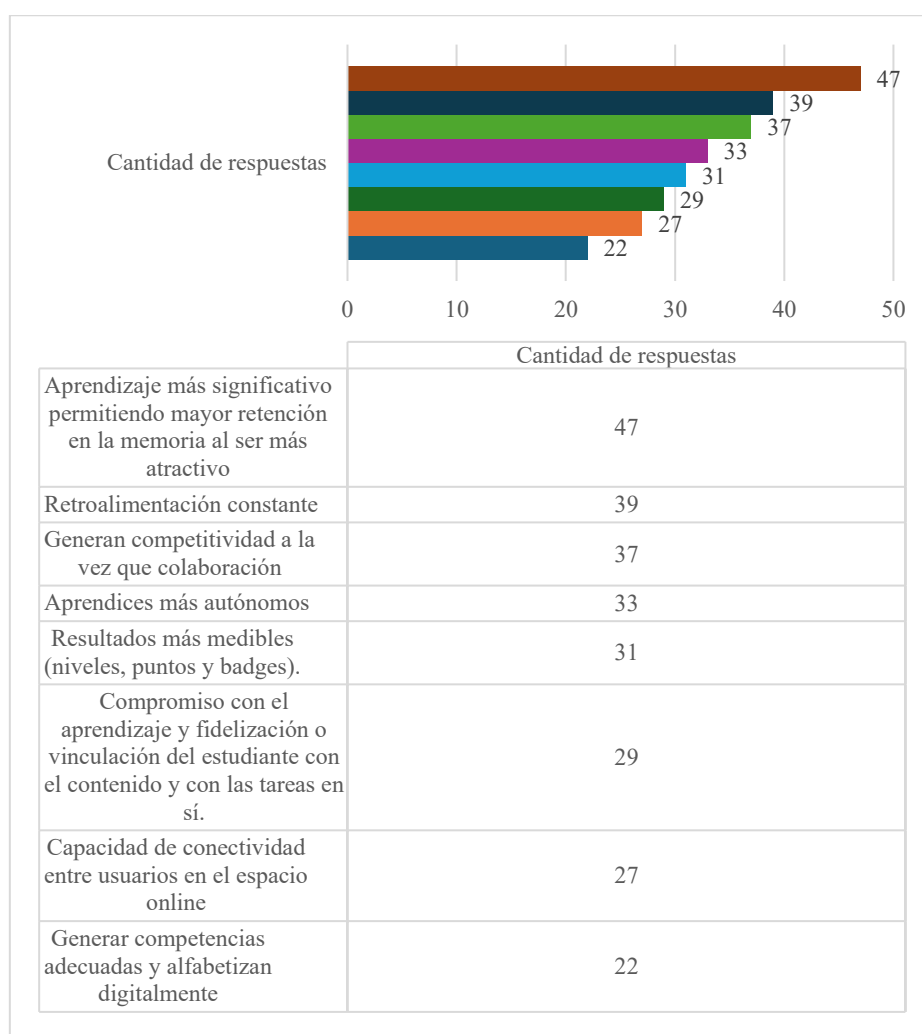


Figura 1. Beneficios de la gamificación

En la Tabla 1 se agrupan las respuestas más frecuentes a la pregunta abierta relacionada con las experiencias motivadoras durante la educación secundaria. Entre las actividades motivadoras mencionadas por los estudiantes se destacan los juegos recreativos y educativos, proyectos, ferias científicas, talleres y laboratorios. Las mismas tienen en común su carácter dinámico, participativo y experiencial, en cuanto a que la gamificación genera sentimientos de autonomía y dominio sobre el proceso de aprendizaje [6].

Tabla 1. Principales actividades realizadas por profesores que le motivaron en su estudio

Juegos (recreativos, educativos, individuales y grupales)	Relatos
Actividades al aire libre	Lluvia de ideas
Actividades grupales	Ferias científicas
Competencias	Materiales online
Proyectos	Laboratorios de todas las ciencias
Prácticas	Giras educativas
Presentaciones	Talleres
Autoevaluaciones	Programación

En relación con los elementos clave de la gamificación, los más señalados por los estudiantes fueron los desafíos y niveles (77%), seguidos por los puntos y recompensas (75%), como se presenta en la Figura 2. Estos resultados evidencian que los participantes valoran especialmente los sistemas de retroalimentación y el avance progresivo, aspectos que coinciden con lo planteado por Werbach y Hunter [5], quienes destacan estos elementos como esenciales para mantener el compromiso del usuario en contextos gamificados.



Figura 2. Elementos clave de la gamificación

En la pregunta abierta sobre cómo imaginarían un entorno de gamificación para el aprendizaje de la programación, las respuestas incluyeron propuestas como actividades creativas y competitivas, implementación de retos por niveles, uso de plataformas como Kahoot o Minecraft, y espacios interactivos con retroalimentación constante. Estas ideas, resumidas en la Tabla 2, demuestran que el estudiantado concibe la gamificación no solo como una estrategia motivacional, sino también como un medio para facilitar la comprensión de contenidos técnicos.

Tabla 2. ¿Cómo se puede imaginar un entorno de gamificación para programar?

Actividades creativas.
Actividades competitivas.

Métodos para entender mejor la materia.
Desafíos con diferentes niveles.
Implementar proyectos.
Recompensas y puntajes al alcanzar objetivos.
Utilizar plataformas (Kahoot, Minecraft)
Creación de retos con contextos llamativos.
Estándares de calidad para aspectos de código.
Demostración de código.
Prácticas.
Temas interesantes para los estudiantes
Ambientes interactivos.
Utilizar juegos.
Un entorno agradable.
Exposiciones o demostraciones de lo aprendido.

Cabe destacar que el 100% del estudiantado indicó que le gustaría contar con más actividades de gamificación en sus clases, lo cual representa una validación significativa del enfoque.

Finalmente, en la pregunta sobre recomendaciones para el diseño de actividades de gamificación, se generó una nube de palabras (Figura 3) en la que destacan términos como puntos, niveles, motivación, creatividad y programación. Esto sugiere que los estudiantes valoran especialmente los entornos de aprendizaje dinámicos, personalizados y desafiantes, donde puedan aplicar activamente lo aprendido.



Figura 3. Nube de palabras sobre recomendaciones que darían para el diseño de actividades de gamificación

Estos resultados confirman los principios de la Teoría de la Autodeterminación de Deci y Ryan [29], al evidenciar que la competencia y la autonomía influyen positivamente en la motivación del alumnado costarricense al interactuar con actividades gamificadas.

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

Los resultados de este estudio confirman el potencial de la gamificación como estrategia pedagógica efectiva en la enseñanza de la programación, pero además aportan hallazgos específicos sobre las herramientas y actividades que el estudiantado considera más motivadoras, útiles y aplicables.

5.1. Principales hallazgos

Los elementos de gamificación mejor valorados por los estudiantes fueron los desafíos por niveles (77%) y los sistemas de puntos y recompensas (75%), seguidos por las tablas de clasificación y la retroalimentación inmediata. Estos resultados muestran que los participantes prefieren actividades que combinen progreso visible, competencia sana y retroalimentación continua, coincidiendo con los principios de motivación intrínseca descritos en la literatura [5][6].

En cuanto a las herramientas digitales, las mejor valoradas fueron:

- Kahoot y Quizizz, por su facilidad de uso, inmediatez y carácter competitivo;
- Scratch y Minecraft: Education Edition, por permitir la visualización creativa de conceptos de programación;
- y Classcraft, reconocida por algunos grupos como útil para la gestión de dinámicas grupales y recompensas colaborativas.

Las actividades ludificadas que generaron mayor motivación fueron:

1. Retos de programación por niveles, donde cada nivel implicaba resolver ejercicios de complejidad creciente en Python o C++, acumulando puntos y desbloqueando badges digitales.
2. Evaluaciones formativas interactivas en Kahoot y Quizizz, utilizadas para repasar temas como estructuras de control, listas y funciones, reforzando el aprendizaje inmediato.
3. Proyectos visuales en Scratch o Minecraft, empleados para representar algoritmos, secuencias lógicas o flujos de decisión mediante entornos de juego colaborativos.
4. Dinámicas de “duelos de código”, en las que los equipos competían resolviendo el mismo problema bajo restricciones de tiempo, favoreciendo la concentración y la aplicación práctica.

5.2. Contribuciones prácticas

A diferencia de estudios previos, este trabajo ofrece una perspectiva aplicada desde el contexto costarricense en la formación de ingenieros en sistemas, mostrando que la gamificación no solo motiva, sino que mejora la comprensión conceptual cuando se integra al diseño instruccional de los cursos.

Entre las contribuciones más relevantes destacan:

- La integración de herramientas gratuitas y accesibles (Kahoot, Quizizz, Scratch, Minecraft Education) que no requieren infraestructura avanzada ni licencias costosas.
- La adaptación de dinámicas lúdicas a los contenidos de programación estructurada, demostrando que los juegos pueden coexistir con la enseñanza de algoritmos, estructuras de datos y depuración de código.
- El diseño de actividades basadas en progresión, que permiten a los estudiantes visualizar su avance y mantener la motivación a lo largo del curso.
- Estas estrategias pueden servir de modelo replicable para docentes que deseen incorporar la gamificación en sus asignaturas de programación.

Entre las herramientas evaluadas, Kahoot y Quizizz fueron las más valoradas por el estudiantado por su carácter competitivo y retroalimentación inmediata, mientras que Scratch y Minecraft destacaron por su aplicabilidad práctica en ejercicios de programación.

5.3. Recomendaciones pedagógicas

- Iniciar con actividades sencillas y evaluativas, como quizzes gamificados o pequeños retos semanales, antes de introducir proyectos más complejos.

- Favorecer la cooperación, utilizando plataformas que promuevan dinámicas de grupo (como Classcraft o Minecraft Education).
- Integrar recompensas simbólicas, como insignias o niveles, ligadas al logro de objetivos concretos de aprendizaje (por ejemplo, depurar un programa sin errores o documentar correctamente una función).
- Evaluar la motivación y el desempeño después de cada módulo ludificado, para ajustar las estrategias en función del impacto real.
- Formar al profesorado en diseño de experiencias gamificadas, de modo que las herramientas digitales se integren pedagógicamente y no como mero entretenimiento.

5.4. Líneas futuras

Como trabajo futuro, se propone realizar estudios cuasiexperimentales que comparen grupos con y sin gamificación, incorporando métricas de rendimiento académico y análisis longitudinal de la motivación. Asimismo, sería pertinente desarrollar un modelo gamificado propio adaptado a la enseñanza de programación en la UNA, integrando el uso de APIs, retos cooperativos y repositorios compartidos en GitHub como parte del sistema de juego.

REFERENCIAS

1. Huizinga, J.: Homo ludens: El juego y la cultura. Alianza Editorial, <https://cursoshistoriavdemexico.wordpress.com/wp-content/uploads/2019/07/huizinga-johan-homo-ludens.pdf>, último acceso 12/08/2025
2. Salazar Salas, C.: Juegos: tipos y características, Revista Educación, 24 (2), 165–174 (2000).
3. Gallego, F., Molina, R. y Llorens, F.: Gamificar una propuesta docente: Diseñando experiencias positivas de aprendizaje, XX JORNADAS SOBRE LA ENSEÑANZA UNIVERSITARIA DE LA INFORMÁTICA (2014).
4. Zichermann, G.: Gamification - The New Loyalty. <http://vimeo.com/25714530>, último acceso 12/08/2025
5. Werbach, K., Hunter, D.: For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business. WhartonDigital Press (2012).
6. Carbajal Destre, P., Rodríguez Barboza, J. R., Palacios Garay J., Ávila Sánchez, G., Cadenillas Alborno, V.: Gamificación como técnica de motivación en el nivel superior. Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación, 6 (23) 484–496, 2022. doi:<https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i23.351>
7. Ishaq K., Alvi A., Haq, M., Rosdi, F., Choudhry, A., Anjum, A., Khan, F.: Level up your coding: a systematic review of personalized, cognitive, and gamified learning in programming education. PEER COMPUTER SCIENCE, 10. doi: <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.2310> (2024).
8. Zhao, D., Muntean, C., Chis, A., Rozinaj, G., Muntean, G.: Game-Based Learning: Enhancing Student Experience, Knowledge Gain, and Usability in Higher Education Programming Courses. IEEE TRANSACTIONS ON EDUCATION, 65, 502–513. doi: <https://doi.org/10.1109/TE.2021.3136914> último acceso 16/08/2025
9. Chang, C., Chung, C., Chang, J.: Influence of problem-based learning games on effective computer programming learning in higher education. EDUCATIONAL TECHNOLOGY RESEARCH AND DEVELOPMENT, 68, 2615–2634. doi: <https://doi.org/10.1007/s11423-020-09784-3>. último acceso 10/08/2025.
10. Arias-Herguedas, S., Pisabarro-Marron, A., Vivaracho-Pascual, C., Ortega-Arranz, A., y Jimenez, L. J.: Studying the Effectiveness of Games as an Extracurricular Activity in a Higher Education Programming Course. COMPUTER APPLICATIONS IN ENGINEERING EDUCATION, 33, doi: <https://doi.org/10.1002/cae.70000>, último acceso 12/08/2025-
11. HMH Education Company: HMH: K-12 Adaptive Learning Company. <https://www.hmhco.com/>, último acceso 22/08/2025.
12. Stoltz, J., Bunt, B., y Van Zyl, S.: Leveling up Learning: Enhancing Self-Directed Learning in Computer Applications Technology with Classcraft, Education Sciences, doi: <https://doi.org/10.3390/educsci15020180>, último acceso 18/08/2025
13. Sanchez, E., Young, S., Jouneau-Sion, C.: Classcraft: from gamification to ludicization of classroom management. EDUCATION AND INFORMATION TECHNOLOGIES, 22, 497–513, doi: <https://doi.org/10.1007/s10639-016-9489-6>, último acceso 18/08/2025
14. De León Calzada, L.: Cerebriti. Edutools, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. <https://edutools.tec.mx/es/colecciones/tecnologias/cerebriti>, último acceso 18/08/2025
15. Núñez, P.: Herramientas educativas. <https://paola-nunez-coyago.webnode.ec/copia-de-quienes-somos/>, último acceso 14/07/2025
16. Google Play, Elever. <https://play.google.com/store/apps/details?hl=es&id=com.altusforge.elever>, último acceso 14/08/2025
17. EdutoolsTec, Quizizz, Edutools, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. <https://edutools.tec.mx/es/colecciones/tecnologias/quizizz>, último acceso 14/07/2025

18. Zainuddin, Z., Shujahat, M., Haruna, H., Chu, S.: The role of gamified e-quizzes on student learning and engagement: An interactive gamification solution for a formative assessment system, *COMPUTERS & EDUCATION*, 145, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103729>, último acceso 12/08/2025
19. EdutoolsTec, Minecraft Education Edition, Edutools, Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, <https://edutools.tec.mx/es/colecciones/tecnologias/minecraft-education-edition>, último acceso 14/07/2025
20. Peykova, D., Garov, K.: Development of students' algorithmic thinking and digital literacy through Minecraft: Education Edition, *Education and Technologies Journal*, doi: <https://doi.org/10.26883/2010.212.3708>, último acceso 17/07/2025
21. AnkiPro, Anki Pro vs Quizlet, <https://ankipro.net/es/ankipro-vs-quizlet/>, último acceso 04/08/2025
22. Quizlet, ¿Cómo quieres estudiar?, 2025. <https://quizlet.com/es>, último acceso 04/08/2025
23. MIT Media Lab, Scratch, <https://scratch.mit.edu>, último acceso 04/08/2025
24. Kahoot!, Kahoot!, <https://kahoot.com/>, último acceso 04/08/2025
25. Petrusly, P., Kollo, F., Bani, M., Mahfud, T., Zulkarnain, Z.: The Effect of Gamification Using Kahoot on Students' Critical Thinking Abilities: The Role of Mediating Learning Engagement and Motivation, doi: <https://doi.org/10.53555/kuey.v30i5.1524>, último acceso 12/08/2025
26. Qualtrix, Investigación cuantitativa, <https://www.qualtrics.com/es/gestion-de-la-experiencia/investigacion/investigacion-cuantitativa/>, último acceso 12/08/2025
27. Hernández Sampieri, R., Fernández Collado, C., Baptista Lucio, M. P.: Metodología de la investigación, 6ª ed. McGraw-Hill Education, México (2014)
28. Ortega, C.: ¿Qué es el muestreo por conveniencia?, <https://www.questionpro.com/blog/es/muestreo-por-conveniencia>, último acceso 12/08/2025
29. Deci, E., Ryan, R. Intrinsic Motivation and Self-Determination in Human Behavior. New York, NY: Springer, 1985.

Guía pedagógica para la gestión competitiva de revistas de divulgación científica: un caso de estudio

Aranzazu Berbey Alvarez^{1a}[0000-0003-4278-5478], Humberto Alvarez Alvarado^a[0000-0002-6206-8268], Fermin Ferriol Sánchez^b[0000-0003-4138-8999]

^a Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá; ^b Universidad Internacional Iberoamericana de México, México.

ABSTRACT

Este artículo presenta los resultados de un caso de estudio sobre el desarrollo de un manual de procedimientos como herramienta pedagógica para la gestión editorial competitiva de la revista Prisma Tecnológico de acuerdo con los requerimientos de la norma ISO 9001 en la Universidad Tecnológica de Panamá. La metodología usada fue estudio de caso que correspondió a los procedimientos, guía e instructivos del sistema de gestión de la calidad institucional. Por efectos de extensión, se presenta uno de los 4 procedimientos desarrollados: procedimiento para selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología y cultura. Los resultados incluyeron un análisis estadístico de medidas de tendencia central y variación de los artículos publicados en el periodo de 2019-24 y el plan general para la implementación del plan de trabajo. Estos resultados abarcan aspectos como cronograma propuesto, detalle de las actividades de la fase de implementación, el desarrollo de los planes de la calidad, de la gestión de riesgos, de comunicaciones y finalmente el plan de divulgación de este proyecto. Finalmente, se presenta las conclusiones y recomendaciones de trabajos futuros.

Keywords: innovación pedagógica editorial, gestión editorial, guía pedagógica, plan de trabajo, procedimientos

1. INTRODUCCIÓN

La implementación de sistema de calidad bajo los requisitos de la Norma ISO 9001 y las prácticas pedagógicas propuestas a través de este artículo de investigación ayudan a resolver problemas comunes en las organizaciones, incluida la gestión editorial de las revistas de divulgación científica. Existen experiencias regionales exitosas de grupos editoriales(1–3) que han logrado certificarse bajo esta normativa mejorando así sus procesos. Esto es así porque, «cuando la calidad prevalece como prioridad competitiva en conjunto con la mejora continua, permiten intervenir realidades en aras de propiciar mejoras significativas en los entornos organizacionales» (4). La Revista Prisma Tecnológico requiere continuar con su proceso de indexación internacional. Para lograr esta meta es condición sine qua non contar con una serie de procedimientos editoriales establecidos, documentados, revisados y aprobados bajo los requisitos de la norma ISO 9001 vigente, en lugar de un conjunto de buenas prácticas de la Dirección del Comité editorial de esta revista(5), es decir, requiere la elaboración de una guía pedagógica para la gestión editorial competitiva de esta revista desde la perspectiva que genera los desafíos de la divulgación científica, no solo desde la perspectiva del desempeño editorial profesional sino como herramienta de formación adaptada a la realidad institucional tomando en cuenta estándares internacionales. En (6) *«el desarrollo de un manual de procedimientos para la Revista Prisma Tecnológico bajo los requisitos de la norma ISO 9001 es novedoso en la institución y permite la absorción de cambios presentes y futuros, actualizaciones o mejoras debidas al paso del tiempo en un contexto del sistema de gestión de la calidad institucional de la Universidad Tecnológica de Panamá»*. Existe en la literatura científica amplios conjuntos de textos de carácter científico y editorial sobre guías de formación, pedagógicas, buenas prácticas y procedimientos para revistas de divulgación científica, que permiten establecer referentes conceptuales sólidos para poder desarrollar esta guía o manual de procedimientos editoriales internos de la Revista Prisma Tecnológico, tales como: libros(7), manuales (8)(9)(10), guías (11), tesis (12)(13), artículos de investigación (14),(15),(16) y presentaciones en congresos académicos (17). Prisma Tecnológico tiene como objetivo *«divulgar conocimiento técnico-científico, comunicar temas de ingeniería y ciencias básicas y exactas, y presentar temas sociales desde una perspectiva técnica-científica, a profesionales y estudiantes de las diversas áreas de la ingeniería»*(18).

2. METODOLOGÍA

La metodología utilizada para la realización de este investigación fue estudio de caso, a partir de las guías, manuales e instructivos de Funiber (19) y las herramientas que proporciona el sistema de gestión de la calidad institucional de la Universidad Tecnológica de Panamá bajo los requisitos de la norma ISO 9001: 2015. Los actores/participantes entrevistados para la construcción la estrategia/propuesta de solución fueron la directora del Comité editorial de la revista

Prisma Tecnológico, Coeditor de la revista Prisma Tecnológico, director de investigación de la UTP, Vicerrectoría de investigación, postgrado y extensión (documentación). La tabla 1 presenta un resumen descriptivo de los procedimientos e instructivos de la UTP establecidos y que fueron utilizados como instrumentos metodológicos para el desarrollo de los procedimientos propuestos. Los instrumentos y las técnicas de medición utilizados fueron; la recopilación de datos, recopilación de buenas prácticas editoriales, entrevistas, listado para la identificación de procedimientos, aplicación de los documentos institucionales para la elaboración de manuales de procedimientos, aplicación de las fichas técnicas para la identificación, descripción y establecimiento de los indicadores preliminares propuestos de los procesos internos editoriales(6). Se realizó un análisis de las prácticas, estrategias y tácticas editoriales que la revista Prisma Tecnológico ha venido llevando a cabo.

Tabla 1. Descripción de los instrumentos del SGC utilizados(20)

Código	Título de instrumento	Objetivo	Rev.
IC-DEyC-SGC-01	Instructivo para elaborar documentos	Establecer las directrices al momento de levantar los documentos para unificar y estandarizar toda la documentación relacionada al Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en las distintas unidades de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP).	4
PC-DEyC-SGC-01	Procedimiento de control de documentos	Establecer las directrices para el control, actualización, aprobación, remoción, inclusión y distribución de los documentos internos y externos del Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) que se generen en la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)	7
PC-DEyC-SGC-02	Procedimiento para el control de producto y servicio no conforme	Establecer las acciones necesarias para identificar y controlar el producto y servicio No conforme a fin de proporcionar el producto y servicio que cumpla con los requisitos especificados	4
PC-DEyC-SGC-03	Procedimiento para acciones correctivas y oportunidades de mejora	Establecer las directrices para llevar a cabo las acciones correctivas y oportunidades de mejora de tal forma que se identifiquen, analicen y eliminen las causas de las no conformidades encontradas en el Sistema de Gestión de la Calidad de la UTP	3
PC-DEyC-SGC-04	Procedimiento para auditorías internas de la calidad	Determinar los pasos a seguir en la planeación, ejecución de las auditorías internas y seguimiento de las acciones correctivas de las no conformidades encontradas en el Sistema de Gestión de la Calidad de la UTP	7
PC-DEyC-SGC-05	Procedimiento para realizar actividades de mejora continua de la calidad	Describir los pasos para realizar las actividades vinculadas al mejoramiento del SGC implementado, bajo el marco de calidad institucional	6
PC-DEyC-SGC-06	Procedimiento para la rendición de cuentas	Establecer los lineamientos para documentar, informar, explicar y dar a conocer los procesos y resultados de la gestión institucional a los grupos de interés, a través del Informe de Rendición de Cuentas, la Memoria Institucional y el Boletín Estadístico	0
PC-DEyC-SGC-07	Procedimiento para la revisión de la dirección	Brindar los pasos para realizar las revisiones del sistema de gestión de la calidad por la máxima autoridad de la unidad, a fin de verificar que se mantienen la eficiencia, eficacia y alineación con las estrategias de la institución	0
PCUTP-CI-O1-2013	Procedimiento para el asesoramiento de las actividades de documentación del sistema de gestión de la calidad	Describir los lineamientos para brindar asesoramiento en cuanto al desarrollo de las actividades requeridas para la documentación del Sistema de Gestión de Calidad	4

PCUTP-CI-10-2013	Procedimiento para la gestión de proyectos especiales	Describir los pasos para realizar las diligencias conducentes al desarrollo de proyectos especiales desarrollados en el marco de la Calidad Institución	4
PCUTP-CI-19-2013	Procedimiento de planificación y desarrollo de asesoría a nivel interno y externo de la institución	Llevar a cabo actividades concernientes a la asesoría de las distintas unidades de la Institución, así como también de aquellas entidades externas a la Institución que así lo soliciten, en temas relacionados con el Sistema de Gestión de la Calidad u cualquier otro a fin de que se designe	2
PCUTP-CI-21-2013	Procedimiento de Adiestramiento y Formulación de Capacitaciones	Detallar los pasos requeridos para el desarrollo de formulación de capacitaciones en las diversas áreas de interés de Calidad Institucional	4
PCUTP-CI-22-2013	Procedimiento para seleccionar estudiantes dentro del proyecto de gestión de calidad institucional	Brindar los lineamientos a seguir para seleccionar a los estudiantes, ya sea para desarrollar una práctica profesional o tesis dentro del Proyecto de Gestión de Calidad Institucional	4
PCUTP-CI-27-2013	Procedimiento para el trámite de selección, contratación y seguimiento a las empresas certificadoras	Proveer lineamientos de referencia para llevar a cabo el trámite de selección y seguimiento a las empresas certificadoras	1
PCUTP-OCI-25-2011	Reglas de Procedimientos para Obtener Información	Establecer las reglas de procedimiento, para la solicitud de información por parte de cualquier persona	0
IC-DEyC-SGC-01	Instructivo para Elaborar Documentos	Establecer las directrices al momento de levantar los documentos para unificar y estandarizar toda la documentación relacionada al Sistema de Gestión de la Calidad (SGC) en las distintas unidades de la Universidad Tecnológica de Panamá (UTP)	4

También se revisaron los artículos publicados en las ediciones anteriores y los documentos relativos a las políticas de la revista, como insumos para realizar un análisis como oportunidad de mejora de la gestión editorial. Adicionalmente, se hizo una revisión de los procedimientos de otras revistas de divulgación científica de acuerdo con los estándares de indexación más reconocidos. De acuerdo con el Instructivo para Elaborar Documentos(21), los procedimientos «se refieren al conjunto de acciones para llevar a cabo una actividad o un proceso» (ver tabla 2). Estos presentan el siguiente contenido:

Tabla 2. Descripción de las secciones de los procedimientos (21)

Sección	Descripción de sección
Encabezado	Nombre de la universidad, de la Dirección y del Departamento (donde aplique).
Título	Debe ser claro y en pocas palabras debe describir el procedimiento.
Objetivos	Indican el propósito del documento. Deben redactarse con el inicio de verbos en infinitivo y deben sintetizar el por qué, el fin o propósito de la realización de dicho documento.
Campo de aplicación	En este punto se identifica(n) la(s) unidad (es) o sección (es) de dicha (s) unidad (es) en donde se aplica el documento. Es decir, el nombre de la unidad gestora del documento. Además, detallar las unidades internas y externas donde el documento va a ser utilizado.
Abreviatura y/o siglas	Representación gráfica reducida de una palabra o de un grupo de palabras, obtenida mediante un procedimiento de abreviación en que se suprimen letras finales o centrales, cerrada generalmente con un punto y raramente con barra. Siglas: Abreviación gráfica formada por el conjunto de letras iniciales de una expresión compleja.
Glosario	Definiciones relativas al documento en cuestión. Conceptos y términos que se utilizan en el documento y que requieren explicarse o definirlos técnicamente.
Referencias	Información utilizada para la elaboración del documento y que pueden ser considerados durante la aplicación de este. Dichos documentos pueden ser legales, manuales de usuario de las aplicaciones, reglamentaciones y leyes relacionadas con el documento, ya sean de tipo ejecutivo (Decretos), legislativo (Leyes), municipal, documentos o normas técnicas; procedimientos, guías e instructivos.

Formularios	Se desarrollan y mantienen para registrar los datos que demuestren cumplimiento de los requisitos del SGC. Se identifica por su título y código y se presenta en formato impreso o digital siguiendo los lineamientos de codificación establecidos en la Lista de Codificación Genérica de la Calidad Institucional (LCG-DEyC).
Descripción	Es la parte más importante del procedimiento, ya que se explica cada paso necesario para su desarrollo, incluyendo al personal, unidades, equipos, materiales, documentación utilizada y otros recursos. Se redacta estilo prosa o puede utilizarse un estilo de columnas, para distinguir las actividades y los responsables de realizarlas.
Anexos	Se recomienda colocar documentos como: diagramas, planos, bosquejos, y otros documentos, los cuales sirven como material de soporte de los procedimientos.
Manejo y archivo de los documentos	Explica la responsabilidad que tienen los colaboradores en el manejo y archivo de los documentos. En todos los procedimientos, se coloca la siguiente Cláusula: “Cada destinatario/área es responsable del correcto manejo y archivo de los documentos. Entiéndase por archivo, la acción de mantener los documentos en lugares seguros, apropiados y de fácil acceso, para su consulta, revisión o puesta al día.
Historial de Cambio del Documento	Se registran todos los cambios que se realicen en el documento con su fecha respectiva y su número de revisión.
Responsables	Se registran los responsables en cada etapa.
Documentado por	Se indica el nombre y el cargo de la persona dentro de la unidad que elabora o modifica el documento.
Revisado por	Nombres y cargos de las personas que realizan la revisión dentro de la unidad correspondiente y del Departamento de Evaluación y Calidad de la Dirección General de Planificación Universitaria.
Aprobado por	Se indica el nombre y cargo de la máxima autoridad de la unidad, quien es la persona que aprueba el procedimiento y la fecha de aprobación, que es la fecha en que entra en vigor el mismo.

El plan y cronograma de recolección de la información/datos para el desarrollo de esta propuesta de manual corresponde al siguiente cronograma de actividades, fechas, duración y secuencia lógica (ver figura 1).

				M1				M2				M3				M4				M5				M6				M7				M8				M9				
#	Fase	Actividad	Recurso humano	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	Recursos				
1	Fase 1	Identificar procedimientos (necesidades)	Editora Prisma, DIR Prisma																																	Computadora, Internet				
2		Elaboración de listado de procedimientos claves	Editora Prisma, DIR Prisma																																	Computadora, Internet				
3		Revisión de guías, modelos, instructivos, políticas y documentos institucionales del SGCI	Editora Prisma																																	Compuradora, Internet, Documentación del sistema de gestión de la calidad				
4		Elaboración de procedimientos clave de acuerdo con la metodología del SGCI (primer borrador)	Editora Prisma																																	Computadora, Internet				
5		Análisis, ajustes y retroalimentación	Editora Prisma, DIR																																	Computadora, Internet				
6		Incorporación de mejoras (segundo borrador)	Editora Prisma																																	Computadora, Internet				
7	Fase 2	Presentación de procedimientos a la Dirección de investigación	Editora Prisma																																	Computadora, Internet				
8		Envío de procedimientos a DIPLAN	DIR(VIPE)																																	Computadora, Internet				

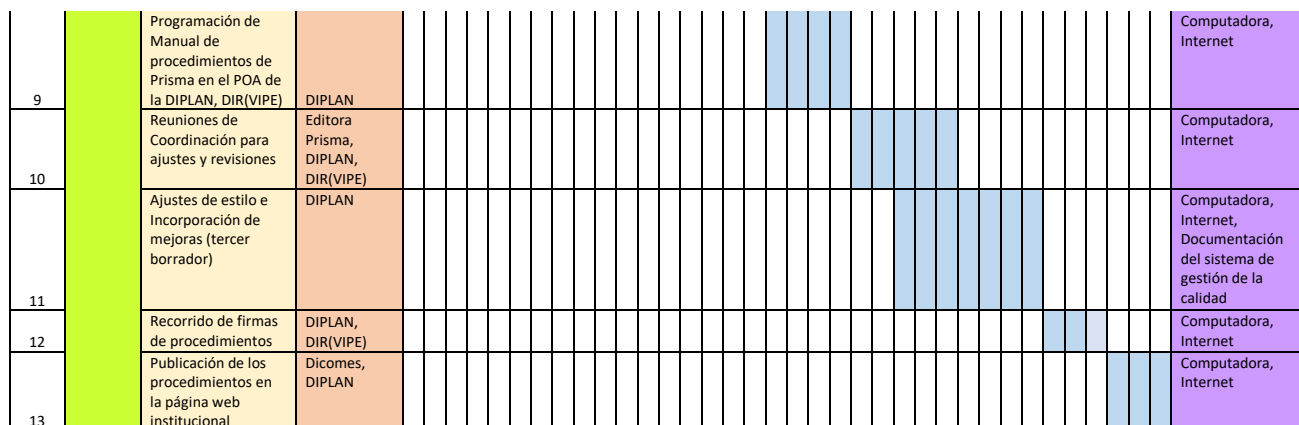


Figura 1. Cronograma de actividades(5)

3. RESULTADOS

Los procedimientos realizados fueron: procedimiento de control antiplagio para la revista Prisma Tecnológico (PC-VIPE-DI-02), procedimiento para la selección, actualización de biografías científicas (PC-VIPE-DI-03), procedimiento para sección de juegos, adivinanzas, acertijos científicos (PC-VIPE-DI-04), y el procedimiento para selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología y cultura (PC-VIPE-DI-05). Por razones de extensión, se presentan los resultados de uno de los 4 procedimientos realizados dentro del Plan de trabajo para el desarrollo del Manual de procedimientos de la Revista Prisma Tecnológico de la Universidad Tecnológica de Panamá, el cual se titula: Procedimiento para selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología y cultura. El objetivo de este procedimiento es establecer los mecanismos de selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo del mundo de la ciencia, tecnología, cultura, cooperación internacional, desarrollo sostenible y diplomacia. Los perfiles de los seleccionados en estas entrevistas estructuradas buscan destacar la trayectoria y el compromiso con el desarrollo y avance del mundo científico, haciendo un balance de género, por lo que se persigue entrevistar tanto a hombres como a mujeres del mundo de la ciencia, tecnología, cultura, cooperación internacional, desarrollo sostenible y diplomacia científica. En todas estas entrevistas, los científicos(as) entrevistados explican sus investigaciones de cara al público en general, las entrevistas constituyen una herramienta de divulgación científica para acercar la ciencia al público lego. A los entrevistados se les hace preguntas sobre su temática de experticia, tecnología o línea de investigación, también sobre su trayectoria profesional, cultura o diplomática. En esta sección las personalidades nos comparten sus experiencias memorables sobre aspectos destacados sobre su *curriculum vitae* para mostrar el lado humano de la ciencia. La sección de entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología, cultura, cooperación internacional, desarrollo sostenible y diplomacia persigue mostrar los potenciales del desarrollo de estas carreras como opción profesional a la juventud. Todos estos aspectos han quedado establecidos en el procedimiento propuesto a continuación mediante el desarrollo de las figuras 2, 3, 4, 5 y 6(5).

 Universidad Tecnológica de Panamá Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión Dirección de Investigación				
Procedimiento para selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología y cultura				
1. Objetivos del Procedimiento: establecer los mecanismos de selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología, cultura, cooperación internacional, desarrollo sostenible y diplomacia.				
2. Campo de Aplicación: • Vicerrectoría Académica. • Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión. • Facultades. • Centros Regionales.				
3. Abreviaturas y Siglas: • CR: Centro Regional. • DEYC: Departamento de Evaluación y Calidad. • DI: Dirección de Investigación. • DIPLAN: Dirección General de Planificación Universitaria. • UTP: Universidad Tecnológica de Panamá. • VIPE: Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión. • VRA: Vicerrectoría Académica.				
4. Glosario: • Administrador del sistema: «es un informático, que configura y administra la plataforma de publicación de la revista (Portal de Revistas), publica los números en otras plataformas, elabora informes periódicos con estadísticas de accesos y descargas en la revista, asegura el buen funcionamiento del proceso de gestión editorial a partir de la plataforma Open Journal System (OJS), responde por el cuidado de las evidencias de los artículos enviados y vela por el cumplimiento de las normas y requisitos: Guía de autores. Políticas de publicación y ética. Revista Prima Tecnológico .» • Autor: «persona física que ha creado una obra científica, literaria, didáctica o artística». (Reglamento interno de la editorial universitaria. 2011) • Comité Editorial: «está conformado por expertos en las disciplinas cubiertas por la revista y toma decisiones con el director referentes a la publicación de los artículos (modos)»				
Código	Revisión	Fecha	Página	
PC-VIPE-04-01	01	21/03/2024	Página 1 de 5	

Figura 2. PC-VIPE-DIR-04 Página 1 de 5

 Universidad Tecnológica de Panamá Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión Dirección de Investigación				
Procedimiento para selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología y cultura				
proponer cambios a los artículos), las ediciones de la revista, las políticas, aspectos éticos, nuevos miembros del comité editorial, nuevos miembros del cuerpo de revisores, entre otros» Guía de autores. Políticas de publicación y ética. Revista Prima Tecnológico .				
• Ciencia: conjunto de conocimientos obtenidos mediante la observación y el razonamiento, siste máticamente estructurados y de los que se deducen principios y leyes generales con ca pacidad predictiva y comprobables experimentalmente (RAE, 2023).				
• Cultura: conjunto de conocimientos que permite a alguien desarrollar su juicio crítico. Conjunto de modos de vida y costumbres, conocimientos y grado de desarrollo artísti co, científico, industrial, en una época, grupo social, etc. (RAE, 2023).				
• Diagramador / Diseñador: «es el responsable de la apariencia y distribución de texto en las páginas, fuentes utilizadas y otros aspectos estéticos, así como del diseño gráfico de la portada de la revista» Guía de autores. Políticas de publicación y ética. Revista Prima Tecnológico .				
• Director del comité editorial: «es el principal responsable de la revista y coordina el comité editorial. Es el encargado del primer filtro editorial de los artículos antes de entrar al circuito editorial en función de los criterios de pertinencia temática, tipo de artículo aceptados en la revista y formato de artículo de la revista. Envía comunicaciones oficiales y se asegura que funcionen los procesos y se cumple con los principios de la revista. Vela por la indexación y permanencia en bases de datos internacionales, en apoyo con la Editorial y Comité Editorial» Guía de autores. Políticas de publicación y ética. Revista Prima Tecnológico .				
• Derechos de Autor: «es el reconocimiento por parte del Estado en favor de todo creador de obras científicas, literarias, didácticas o artísticas en virtud del cual otorga su protección al autor a fin de que goce de prerrogativas y privilegios ex lusivos de carácter personal y patrimonial, correspondientes al derecho moral y al derecho patrimonial». Glosario de Términos de Educación Superior para la Universidad Tecnológica de Panamá (2021). Repositorio Institucional UTP-RIda2.				
• Editor: «es la persona física o moral que edita o adapta un texto para su publicación, lo reproduce por medio de la imprenta u otro procedimiento. lo distribuye o vende por sí o a través de tercero» (Reglamento interno de la editorial universitaria. 2011).				
Código	Revisión	Fecha	Página	
PC-VIPE-04-01	01	21/03/2024	Página 2 de 5	

Figura 3. PC-VIPE-DIR-04 Página 2 de 5

 Universidad Tecnológica de Panamá Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión Dirección de Investigación										
Procedimiento para selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología y cultura										
• Entrevista: vista, concurrencia y conferencia de dos o más personas en lugar determinado, para tra tar o resolver un negocio (RAE, 2023).										
• Proceso editorial: «conjunto de actividades y procedimientos que tienen como finalidad la producción de publicaciones» (Reglamento interno de la editorial universitaria. 2011)										
• Revista Prima Tecnológico: «es una revista abierta indexada a LATINDEX, que ofrece artículos de contenido tecnológico y científico multidisciplinario, cuyo objetivo es divulgar conocimiento técnico-científico, comunicar temas de ingeniería y ciencias básicas y exactas, y presentar temas sociales desde una perspectiva técnico-científica, a profesionales y estudiantes de las diversas áreas de la ingeniería. (Prima Tecnológico, 2023).»										
5. Referencias: • Glosario de Términos de Educación Superior para la Universidad Tecnológica de Panamá (2021). Repositorio Institucional UTP-RIda2. • Definiciones, criterios y recomendaciones para buenas prácticas académicas (2021). Repositorio Institucional UTP-RIda2. • Reglamento interno de la editorial universitaria • Disposiciones generales de propiedad intelectual en la UTP. COPE-REGI-06 Aprobado por el COPE en Sesión ordinaria No.03/2007 celebrada el 11 de abril de 2007. • Políticas de Ética y buenas prácticas. Revista Prima Tecnológico. • Ley 64. Del miércoles 10 de octubre del 2012. Sobre derechos de autor y derechos conexos. • Guía para autores. Políticas de publicación y ética. Revista Prima Tecnológico. • Instrucciones para autores. Formato para artículos. Revista Prima Tecnológico.										
6. Formularios: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Nº</th> <th>Formulario</th> <th>Código</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>1</td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Nº	Formulario	Código	1		
Nº	Formulario	Código								
1										
Código	Revisión	Fecha	Página							
PC-VIPE-04-01	01	21/03/2024	Página 3 de 5							

Figura 4. PC-VIPE-DIR-04 Página 3 de 5

 Universidad Tecnológica de Panamá Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión Dirección de Investigación										
Procedimiento para selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología y cultura										
7. Descripción: La Dirección del Comité editorial de la Revista Prima Tecnológico indagará y seleccionará aquellas personalidades con altos perfiles científicos, tecnológicos, profesionales, culturales y académicos del mundo de la ciencia, tecnología, cooperación internacional, desarrollo sostenible, cultura y diplomacia tanto nacionales como internacionales para el envío de una solicitud de entrevista para su publicación en la Revista Prima Tecnológico. Las entrevistas tienen un formato de 5 a 4 preguntas. Dos de las cuales se realizarán sobre temas de actualidad en el área de expertise del entrevistado. Las otras dos preguntas corresponden una a solicitarle sugerencias o recomendaciones sobre alguna temática de actualidad científica, tecnológica o cultural y la otra a solicitarle a la entrevistado que narre o comparta alguna experiencia profesional, científica, tecnológica o cultural que haya sido de especial importancia o memorable en su carrera o desarrollo profesional. La Dirección del Comité editorial de la Revista Prima Tecnológico elaborará y actualizará usualmente la lista de entrevistas que ya han sido publicados en ediciones anteriores a fin de evitar su duplicidad (Ver anexo 1).										
8. Anexos: Anexo 1. Listado de entrevistas realizadas.										
9. Manejo y Archivo de Documentos: «Cada destinatario / área es responsable del correcto manejo y archivo de los documentos; Entendidos por archivo, la acción de mantener los documentos en lugares seguros, apropiados y de fácil acceso para su consulta, revisión o puesta al día».										
10. Historial de Cambio del Documento: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Naturaliza de Cambio</th> <th>Fecha</th> <th>Revisión</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td></td> <td></td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Naturaliza de Cambio	Fecha	Revisión			
Naturaliza de Cambio	Fecha	Revisión								
Código	Revisión	Fecha	Página							
PC-VIPE-04-01	01	21/03/2024	Página 4 de 5							

Figura 5. PC-VIPE-DIR-04 Página 4 de 5

 Universidad Tecnológica de Panamá Vicerrectoría de Investigación, Postgrado y Extensión Dirección de Investigación																																		
Procedimiento para selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología y cultura																																		
11. Responsables: <table border="1"> <thead> <tr> <th>Actividad</th> <th>Cargo</th> <th>Nombre</th> <th>Firma</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td rowspan="2">Documentado por:</td> <td>Directora del Comité editorial de la Revista Prima Tecnológico</td> <td>Alejandra Breyer Alvarado</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Coordinador del Revista Prima Tecnológico</td> <td>Alejandro Pineda</td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Revisado por:</td> <td>Dirección de Investigación</td> <td>Carlos Medina</td> <td></td> </tr> <tr> <td>Planificador - DEYC DIPLAN</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td rowspan="2">Aprobado por:</td> <td>Jefe del DEYC - DIOCAN</td> <td></td> <td></td> </tr> <tr> <td>Vicerrector de Investigación, Postgrado y Extensión</td> <td>Lilia Muñoz</td> <td></td> </tr> <tr> <td colspan="4">Fecha:</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>					Actividad	Cargo	Nombre	Firma	Documentado por:	Directora del Comité editorial de la Revista Prima Tecnológico	Alejandra Breyer Alvarado		Coordinador del Revista Prima Tecnológico	Alejandro Pineda		Revisado por:	Dirección de Investigación	Carlos Medina		Planificador - DEYC DIPLAN			Aprobado por:	Jefe del DEYC - DIOCAN			Vicerrector de Investigación, Postgrado y Extensión	Lilia Muñoz		Fecha:				
Actividad	Cargo	Nombre	Firma																															
Documentado por:	Directora del Comité editorial de la Revista Prima Tecnológico	Alejandra Breyer Alvarado																																
	Coordinador del Revista Prima Tecnológico	Alejandro Pineda																																
Revisado por:	Dirección de Investigación	Carlos Medina																																
	Planificador - DEYC DIPLAN																																	
Aprobado por:	Jefe del DEYC - DIOCAN																																	
	Vicerrector de Investigación, Postgrado y Extensión	Lilia Muñoz																																
Fecha:																																		
Código	Revisión	Fecha	Página																															
PC-VIPE-04-01	01	21/03/2024	Página 5 de 5																															

Figura 6. PC-VIPE-DIR-04 Página 5 de 5

Con respecto al procedimiento para selección y elaboración de las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología y cultura, el desarrollo presentado aquí permite establecer que los perfiles de los seleccionados en estas entrevistas estructuradas destaquen la trayectoria y el compromiso con el desarrollo y avance del mundo científico, haciendo un balance de género, por lo que se buscar entrevistar tanto a hombres como a mujeres del mundo de la ciencia. De esta manera, se contribuye al cumplimiento del ODS 5, sobre *lograr la igualdad de género y empoderar a todas las mujeres y las niñas*. También, para el caso del *procedimiento para la selección, actualización de biografías científicas* se fomenta la publicación de biografías científicas de personajes de ambos sexos y se fomenta la publicación de personajes de la ciencia de América Latina, que usualmente suelen estar infrarrepresentados en comparación con Europa y Estados Unidos de América, para dar visibilidad a los logros científicos de la comunidad latinoamericana. De esta manera, se contribuye al cumplimiento del ODS 10, la reducción de las desigualdades mediante la visibilización del trabajo científico de grupos minoritarios. Con respecto a los resultados del análisis de medidas de tendencia central y su

variación, la tendencia positiva del coeficiente de asimetría de los artículos, indica que la revista en promedio va ha ido publicando mayor número de artículos desde su creación en el año 2009 a la fecha.

3.1 Indicadores internos de la calidad editorial

Con el propósito de cumplir con los objetivos específicos del trabajo que ha dado origen a este artículo se establecieron índices de calidad y su período de medición para los procedimientos propuestos mediante fichas técnicas del sistema de gestión de la calidad institucional. En este sentido, los indicadores serían:

3.1.1 Número de artículos publicados por edición.

A continuación, se presenta la tabla 3 con el detalle de la cantidad de artículos publicados por volumen desde la creación de la revista Prisma Tecnológico en el año 2009.

Tabla 3. Artículos publicados por edición(5)

Volumen	Año	Artículos publicados	Artículos con autor externo	Total de artículos	150
15	2024	7	3	Media	10
14	2023	11	5	Mediana	9
13	2022	16	8	Moda	8
12	2021	13	2	Varianza	8.27
11	2020	6	1	Desviación estándar	2.88
10	2019	8	3	Coeficiente de asimetría	0.66
9	2018	7	3	Curtosis	-0.28
8	2017	9	4	Coeficiente de variación	0.29
7	2016	8	1	Mínimo	6
6	2015	8	2	Máximo	16
5	2014	11	2	Rango	10
4	2013	12	1		
3	2012	15	3		
2	2010	10	0		
1	2009	9	0		

3.1.2 Número de artículos rechazados por edición.

Por razones de acceso a la información se realizó una revisión a partir del año 2020 a la fecha. Los artículos son rechazados por tres aspectos fundamentales, siendo estos:

- Rechazados al inicio del proceso editorial por razones de formato, plagio por edición. Para el caso del año 2024, 2 artículos fueron rechazados por superar el límite de similitud de texto permitida.
- Rechazados durante el proceso de evaluación por pares por edición.
- Rechazados por el comité editorial por edición. Para el volumen del año 2023, el Comité editorial rechazó un artículo.

3.1.3 Número de artículos con autores externos a la UTP o internacionales por edición.

Este indicador está asociado con la métrica de los criterios de la indexadora LATINDEX; concretamente se refiere al criterio 16, el cual indica que «al menos el 50% de los trabajos publicados deben provenir de autores externos a la entidad editora y a sus cuerpos editoriales» (22). Para verificar los indicadores de Latindex y Dialnet se utilizan herramientas informáticas propias de estas indexaciones (ver tabla 3).

3.1.4 Lista negra de artículos con plagio detectado por edición.

Esta es una lista de carácter interno compartida por los cuerpos editores del Portal de revista académica de la Universidad Tecnológica de Panamá. Esta lista editorial de consumo interno es uno de los productos de la propuesta de procedimiento titulado: Procedimiento de control antiplagio para la revista Prisma Tecnológico con código PC-UTP-

VIPE-02. La lista negra cuenta con 2 “autores” que fueron detectados por los mecanismos antiplagio de la Unidad (UBICA).

3.2 Análisis estadístico de medidas de tendencia central y variación

La tabla 3 presenta un análisis de las medidas de tendencia central y variación de los artículos publicados en los 15 volúmenes de la revista Prisma Tecnológico. Se excluyen las entrevistas a personalidades del mundo de la ciencia, tecnología, cultura, cooperación internacional, desarrollo sostenible y diplomacia científica. Como se aprecia en los resultados de la tabla 3, la media de artículos publicados de los 15 volúmenes de la revista Prisma Tecnológico ha sido 10 artículos por año. La mediana es de 10 de artículos publicados por año. La moda ha sido de 8 de artículos publicados por año. La varianza ha sido de 8.27 artículos por año y la desviación estándar ha sido de 2.88. El coeficiente de asimetría ha sido de 0.66, lo que indica una asimetría positiva o la derecha. Decimos que hay asimetría positiva (o a la derecha) si la "cola" a la derecha de la media es más larga que la de la izquierda, es decir, si hay valores más separados de la media a la derecha (23). Esto indica una tendencia general de aumento de artículos en la revista Prisma Tecnológica desde su publicación inicial en el año 2009. La curtosis de los datos arroja un valor de -0.20, por lo que coeficiente de apuntamiento o de curtosis < 3 y es una asimetría negativa, es decir, una asimetría platicúrtica, menos apuntada y con colas menos gruesas que la normal (23). El coeficiente de variación esta por el orden 0.29, es decir, 29%. El mínimo de artículos publicados ha sido 6(2020) y el máximo ha sido 16(2022), por lo que el intervalo corresponde a un valor de 10 artículos publicados en la revista Prisma Tecnológico desde el 2009 a la fecha.

3.3 Plan general de implementación

La tabla 4 presentan el detalle de los 3 paquetes de trabajo necesarios para llevar a cabo la fase de implementación para la elaboración del manual de procedimientos de la revista Prisma Tecnológico de la Universidad Tecnológica de Panamá.

Tabla 4 Paquetes de trabajo de la fase de implementación(5)

	Nombre de paquete	Responsable	Inicio	Fin	Objetivo del paquete de trabajo 1
PT1	Planificación	Directora del comité editorial, coeditor, Dirección de Investigación y DIPLAN	S1	S7	O1. Realizar la planificación de la fase de implementación para el Manual de procedimientos de la Revista Prisma Tecnológico.
	Descripción del paquete (T= tarea)				
	T.1.1. Presentación de procedimientos a la Dirección de investigación.	T.1.2. Envío de procedimientos a DIPLAN mediante nota	T.1.3. Programación de Manual de procedimientos de Prisma en el POA de la DIPLAN, DIR (VIPE).		
	Entregables (E= Entregable)				
	E.1.1. PPT y documentos en Word de los procedimientos elaborados	E.1.2 Nota de envío a DIPLAN firmada por la DIR de la VIPE y adjunto one drive con procedimientos	E.1.3. Nota de comunicación a la DIR-VIPE de la programación del Manual de procedimientos de Prisma a la DIR.VIPE.		
PT2	Nombre de paquete	Responsable	Inicio	Fin	Objetivo del paquete de trabajo 2
	Ejecución	Dirección de investigación, Editores y DIPLAN	S8	S16	O2. Realizar la ejecución del plan de trabajo para el desarrollo del manual de procedimientos de la revista Prisma Tecnológico.
	Descripción del paquete (T= tarea)				
	T.2.1. Reuniones de Coordinación para ajustes y revisiones.		T.2.2. Ajustes de estilo e incorporación de mejoras (tercer borrador).		
	Entregables (E= Entregable)				
	E.2.1 Calendario de reuniones.		E.2.2 Borradores de procedimientos ajustados.		
PT3	Nombre de paquete	Responsable	Inicio	Fin	Objetivo del paquete de trabajo 3
	Publicación	DIPLAN, DITIC,	S17	S22	O3. Realizar el cierre y la publicación de los

	DICOMES y DIR		procedimientos de la página web.
Descripción del paquete (T= tarea)			
T.3.1. Recorrido de firmas de procedimientos.	T.3.2. Publicación de los procedimientos en la página web.		
Entregables (E= Entregable)			
E.3.1. Procedimientos firmados.	E.3.2. Procedimientos publicados en línea.		

En relación con la tabla 4, esta muestra que cada paquete de trabajo cuenta con aspectos detallados como nombre, responsable, inicio y fin del paquete, objetivo, tareas y entregables por paquete de trabajo. Por ejemplo, el paquete de trabajo 1, titulado Planificación, el cual inicia en la semana 1 y termina en la semana 7. Su objetivo es realizar la planificación de la fase de implementación para el Manual de procedimientos de la Revista Prisma Tecnológico. Este paquete de trabajo 1 tiene 3 tareas y 3 entregables.

3.4 Indicadores o criterios de medición de los resultados esperados a través de la propuesta diseñada o desarrollada

Con respecto a la fase 2, fase de implementación, se desarrolló un plan de métricas de calidad, plan de gestión de riesgos y plan de divulgación.

3.4.1 Plan de calidad y métricas

El plan de calidad es el documento base que establece las normas, los procedimientos, los mecanismos y guía de los participantes en el proyecto en la realización de actividades, que permitirán no solo crear resultados de calidad, sino también hacer un seguimiento y una monitorización de todos los aspectos que pueden afectar a la calidad, incluyendo la gestión de los riesgos. Para poder verificar si el avance del proyecto cumple con las expectativas de calidad es necesario establecer métricas que permitan evaluar el proyecto. En la tabla 5 se presentan estas métricas para la gestión de la calidad del proyecto.

Tabla 5 Métricas de calidad del proyecto(5)

Métrica	Descripción	Valor mínimo	Valor máximo
Documentación	Mantener la documentación de la programación del proyecto al día	80%	100%
Cumplimiento	Cantidad de tareas cumplidas dentro de cada actividad	90%	100%
Cumplimiento	Eficiencia en tiempo de acuerdo con lo planificado en el cronograma	90%	100%

3.4.2 Proceso de producción y revisión de entregables

Los entregables en este proyecto corresponden a la documentación relacionada con los procedimientos desarrollados. Para los siguientes entregables se establecen dos aspectos fundamentales: documentación y las actas de las reuniones. Documentación: al culminar los procedimientos desarrollados, la Dirección editorial de la revista Prisma Tecnológico hará la entrega de estos al director de investigación de la UTP, mediante las herramientas de comunicaciones institucionales (correo electrónico, OneDrive). Posterior a esta entrega, será enviado a la Dirección de Planificación, concretamente al Departamento de Evaluación y Calidad, para que sea programada la fase 2 en el Plan operativo anual del año siguiente (2025). De esta manera, se da holguras y los tiempos necesarios para la asignación de responsabilidades en DIPLAN. Estas actividades guardan la relación con el paquete de trabajo 1, sus tareas y entregables respectivos. Actas de reunión: se podrán ejecutarán reuniones periódicas. Las conclusiones y recomendaciones de estas serán plasmadas en el acta de reunión.

3.4.3 Plan de identificación y gestión de riesgo

El riesgo es «el efecto de la incertidumbre en la consecución de los objetivos» (24). Los riesgos están presentes en todas las fases del desarrollo de un proyecto. Los riesgos son eventos que tienen una causa y consecuencia, misma que puede ser de carácter positiva o negativa para el desarrollo y difusión del proyecto. Para el análisis de riesgos se utilizó un análisis cuantitativo. Este análisis «emplea valores numéricos como la gravedad (severidad o consecuencia) o la

frecuencia (probabilidad), en vez de escalas descriptivas, a diferencia de los análisis cualitativos y semi-cualitativos» (25). A continuación, se presenta la tabla 6 con los riesgos identificados, la categoría a la que pertenecen y las acciones propuestas de mitigación a aplicar, con el propósito de reducir estos, siendo estas: La clasificación de Impacto se ha realizado en base a la escala de tres niveles (alto, medio y bajo).

Tabla 6. Identificación, cuantificación y criterio de aceptación de riesgos(5)

1	2	3	4	5	6	7	8
Gestión	Retrasos y correcciones constantes	Asignar personal idóneo de DIPLAN para la gestión de los procedimientos.	M	M	M	DIPLAN	Instructivo para elaborar documentos
Recursos	Parálisis temporal del proyecto	Cualquier persona del equipo continua con el trabajo si alguien debe ausentarse.	B	B	MB	DIPLAN, DIR	Documentación de avances al día y respaldos
Gestión	Retrasos en las revisiones	Asegurar el compromiso de la Dirección de la investigación.	M	A	A	DIR	Documentación y organización del proyecto en todas sus fases desde la reunión inicial.
1: amenaza, 2: consecuencia; 3: mitigación, 4: impacto (Medio, Bajo, Alto), 5: probabilidad; 6: prioridad; 7: responsable, 8: criterio de aceptación							

3.4.4 Proceso de monitorización y mitigación de riesgos

Los riesgos identificados en el punto previo deberán ser monitorizados; esto es responsabilidad de la directora de Comité editorial, coeditor y el director de investigación de la Universidad Tecnológica de Panamá. En cada reunión se deberá tomar un tiempo para el análisis de los riesgos, y si fuera necesario, convocar una reunión específica para la revisión de aquellos con prioridad alta y media, adicional en estas reuniones se llenará una tabla que permita dar el correcto seguimiento a estos riesgos y se indicará al responsable de ejecutar las acciones de mitigación en caso de presentarse (5).

3.4.5 Plan de comunicaciones

La comunicación es un elemento crucial para alcanzar el éxito de cualquier proyecto. El plan de comunicaciones guarda relación con las actividades y entregables de los paquetes de trabajo 1, 2 y 3, ya que la comunicación es una actividad que se llevara a cabo durante todo el desarrollo del plan de trabajo para desarrollar el Manual de procedimientos de la Revista Prisma Tecnológico de la Universidad Tecnológica de Panamá. Considerando la situación de la Universidad Tecnológica de Panamá se consideran los siguientes medios de comunicación como los más adecuados para asegurar el correcto proceso de intercambio de la información: teléfono interno, video llamadas, correo electrónico institucional, teléfono móvil y *Whatsapp* (5). Las plataformas institucionales de colaboración consideradas para almacenar todos los archivos de manera digital y que estos se mantengan disponibles para el acceso a los miembros del equipo se describen a continuación: *Microsoft Teams* (Video llamadas, reuniones, mensajes), *Outlook* (correo institucional), *OneDrive* (Para almacenar y compartir documentos), *Sharepoint* (Para almacenar y compartir documentos institucionales)(5). Para mantener el seguimiento y el control de la implementación del Manual de procedimientos de la revista Prisma Tecnológico es necesario realizar un calendario de reuniones programadas. Sin embargo, no se descartan reuniones adicionales para lograr una implementación exitosa. En las reuniones, que pueden ser de carácter presencial, virtual o híbridas se acordarán las acciones necesarias para lograr el éxito con la colaboración de la Dirección de investigación de la VIPE, que es la unidad que documenta los procedimientos y la Dirección General de Planificación Universitaria, que es la unidad encargada del sistema de gestión de la calidad institucional (5).

3.4.6 Plan de divulgación

El plan de divulgación corresponde esencialmente a la publicación de los procedimientos en la página web institucional de la Universidad Tecnológica de Panamá, una vez estos hayan terminado el recorrido de las firmas. El plan de divulgación se encuentra relacionado con los objetivos, tareas y entregables del paquete de trabajo 3(5). La identidad visual de la Universidad Tecnológica de Panamá se encuentran establecida mediante el Manual de Identidad Visual(26). Con respecto a la publicación de los procedimientos se ha establecido que *«es responsabilidad de cada unidad, asegurar que el contenido de todas las páginas Web a su cargo, estén funcionando correctamente y que el contenido que*

presenten sea actual, preciso y satisfaga las necesidades de información de los usuarios»(27). En el caso de los procedimientos institucionales la Dirección de Planificación Universitaria es la encargada de la publicación en la página web de estos en la sección correspondiente del Manual de procedimientos de la Universidad Tecnológica de Panamá. La publicación de documentos en la página web institucional se realiza a través de los servicios web de la Dirección de Informática y Tecnología de las comunicaciones y de una aplicación web siguiendo los lineamientos para el desarrollo web establecidos.

4. CONCLUSIONES

El manual de procedimientos como herramienta pedagógica para la gestión editorial competitiva de revistas de divulgación científica permiten su incorporación formal a los contenidos didácticos de aquellas asignaturas relativas a la gestión editorial de los documentos científicos. El desarrollo de procedimientos con sus correspondientes indicadores permite la sostenibilidad interna de las buenas prácticas y estrategias editoriales que garantizan la calidad de la publicación anual de la revista *Prisma Tecnológico*, es decir, son condiciones *sine qua non* como consecuencia natural de los requisitos técnicos cada vez más exigentes para poder indexar una revista de divulgación científica. Con respecto a los resultados del análisis de medidas de tendencia central y su variación, la tendencia positiva del coeficiente de asimetría de los artículos, indica que la revista en promedio va ha ido publicando mayor número de artículos desde su creación en el año 2009 a la fecha. Adicionalmente para garantizar el éxito en la implementación de la fase 2 de este se diseñó un plan de calidad con sus métricas, un plan de riesgos del proyecto, un plan para las comunicaciones y un plan de divulgación, los cuales se encuentran enlazados con los 3 paquetes de trabajo de la propuesta, sus tareas y entregables correspondientes.

AGRADECIMIENTOS

La autora líder desea expresar su agradecimiento a la Universidad Tecnológica de Panamá, a la fundación Funiber, a la Universidad Europea del Atlántico (ESPAÑA) y la Universidad Internacional Iberoamericana (MEXICO).

REFERENCIAS

1. Tirant lo Blanch España. Noticias. 2017 [cited 2024 Oct 30]. Tirant lo Blanch obtiene la certificación ISO 9001 por su Sistema de Gestión de Calidad. Available from: <https://tirant.com/noticias-tirant/noticia-tirant-lo-blanch-obtiene-la-certificacion-iso-9001-por-su-sistema-de-gestion-de-calidad-2/>
2. Colombia productiva. Noticias. 2014 [cited 2024 Oct 30]. Sector Editorial logra certificaciones para ser más innovadores y competitivos. Available from: <https://www.colombiaproductiva.com/ptp-comunica/noticias/sector-editorial-logra-certificaciones-para-ser-ma>
3. Díaz-Saravia M. La Razón. 2023 [cited 2024 Oct 30]. La Editorial del Estado recibirá la certificación ISO 9001, luego de siete meses de adecuaciones. Available from: <https://www.la-razon.com/nacional/2023/12/20/la-editorial-del-estado-recibira-la-certificacion-iso-9001-luego-de-siete-meses-de-adecuaciones/>
4. Meleán-Romero R. Editorial: Calidad. *Rev Venez Gerenc* [Internet]. 2017;22(80):546–8. Available from: <https://www.redalyc.org/journal/290/29055967001/html/>
5. Berbey-Álvarez A. Manual de Procedimientos para la revista *Prisma Tecnológico* de la Universidad Tecnológica de Panamá. Universidad Europea del Atlántico (España) y Universidad Internacional Iberoamericana (Mexico); 2024.
6. Berbey-Álvarez A. Desarrollo de caso práctico IP2797 - Seminario de investigación I. Panamá, República de Panamá: Funiber; 2023. p. 7.
7. López-Carreño R, Delgado-Vázquez ÁM, Martínez-Méndez FJ. Open books from Spanish university presses. *Prof la Inf* [Internet]. 2021;30(1):1–11. Available from: <https://revista.profesionaldelainformacion.com/index.php/EPI/article/download/78653/62921>
8. López-Hung E, Lao-León Y, Batista-Matamoros C. La gestión de revistas científicas desde una perspectiva organizacional. Una necesidad insoslayable. *Rev Desarro Sustentable, Negocios, Emprend y Educ RILCO DS* [Internet]. 2022;30(abril):12–20. Available from: <https://www.eumed.net/es/revistas/rilcoDS/30-abril22/revistas%00ARESUMEN>
9. Baiget T. Manual SCImago de revistas científicas. Creación, gestión y publicación [Internet]. Primera. Información E profesionales de la, editor. Granada, España: Ediciones profesionales de la información; 2020. 240 p. Available from: http://eprints.rclis.org/43532/1/Manual_definitivo.pdf
10. Aparicio A, Banzato G, Liberatore G. Manual de gestión editorial de revistas científicas de ciencias sociales y

- humanas. Buenas prácticas y criterios de calidad [Internet]. Primera. Ministerio de Ciencia T e IP y por la S de PU del M de E y D de la N, editor. Buenos Aires, Argentina: Ministerio de Ciencia, Tecnología e Innovación Productiva y por la Secretaría de Políticas Universitarias del Ministerio de Educación y Deportes de la Nación; 2016. 252 p. Available from:
http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/90378/Manual_de_gesti3n_editorial_de_revistas_cientificas_de_ciencias_sociales_y_humanas.482.pdf-PDFA.pdf?sequence=1
11. Rojas M, Rivera S. Guía de buenas prácticas para revistas académicas. Rev Abiertas [Internet]. 2011;27. Available from:
https://www.academia.edu/597809/Guía_de_buenas_prácticas_para_revistas_académicas_de_acceso_abierto?email_work_card=view-paper%0Ahttps://www.latindex.org/lat/documentos/descargas/Manual-Buenas_Practica_Revistas_Academicas.pdf
12. Sanabria- Martínez J. Posicionamiento de marca en términos de impacto de revistas académicas científicas en redes sociales digitales. Universidad Nacional de Colombia; 2016.
13. Tavares de Matos Cardoso M. El peer review de las revistas científicas en Humanidades y Ciencias Sociales: Políticas y prácticas editoriales declaradas. Rev Esp Doc Cient [Internet]. 2011;34(2):141–64. Available from: [https://eprints.ucm.es/id/eprint/39751/1/TFM - autor Leonardo Guerrero Reyes.pdf](https://eprints.ucm.es/id/eprint/39751/1/TFM_-_autor_Leonardo_Guerrero_Reyes.pdf)
14. González-Melo A, Novoa-Cely L. Las revistas académicas electrónicas en latinoamerica de administración y negocios. Tendencias [Internet]. 2016;01(Noviembre):37–40. Available from:
https://repositorio.unillanos.edu.co/bitstream/handle/001/1663/9.LAS_REVISTAS_ACADEMICAS_ELECTRONICAS_EN_LATINOAMERICA_DE_ADMINISTRACION_Y_NEGOCIOS.pdf?sequence=3
15. Crespo-Fajardo J. Buenas prácticas para e-revistas académicas latinoamericanas de arquitectura. Tlatemoani Rev académica Investig [Internet]. 2018;9(27):213–36. Available from:
<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7288130&info=resumen&idioma=ENG%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7288130&info=resumen&idioma=SPA%0Ahttps://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7288130>
16. Barcos M, Rozemblum C. Mundo Agrario, un modelo de sustentabilidad de revista académica de calidad en acceso abierto. Informatio [Internet]. 2019;24(1):83–100. Available from:
<https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7288130.pdf>
17. Penkova S, Suarez-Balseiro C. La creación de una revista científica: consideracions generales [Internet]. Puerto rico: UPRRP; 2014. p. 28. Available from: http://cea.uprrp.edu/wp-content/uploads/2014/09/orientacion_latindexPR_ago292014REV.pdf
18. Universidad Tecnológica de Panamá. Portal de revistas académicas UTP. 2016 [cited 2023 May 10]. Revista Prisma Tecnológico. Inicio. Available from: <https://revistas.utp.ac.pa/index.php/prisma>
19. Funiber. Manual D0-Normativa Académica. Madrid, España: Funiber; 2023. p. 1–9.
20. Dirección General de Planificación Universitaria. Catálogo de Información documentada de Manuales de Procedimientos, Guías e Instructivos [Internet]. Panamá, República de Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá; 2023. p. 143. Available from: <https://utp.ac.pa/sites/default/files/documentos/2023/pdf/catalogo-de-informacion-documentada-manuales-procedimientos-guias-insructivos-utp.pdf>
21. Universidad Tecnológica de Panamá. IC-DEYC-01. Instructivo para elaborar documentos [Internet]. Panamá, República de Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá; 2019. p. 19. Available from:
https://www.utp.ac.pa/documentos/2019/pdf/ic-deyc-sgc-_01_instructivo_para_elaborar_documentos.pdf
22. Latindex. Sistema Regional de Información en línea para Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal. 2023. Metodología del Catálogo 2.0 características de calidad del catálogo 2.0 (Metodología).
23. Berbey-Alvarez A. Estadística I. Unidad 3. Medidas descriptivas. Panamá, República de Panamá.: Universidad Tecnológica de Panamá; 2020. p. 1–20.
24. Lizarzaburu E, Barriga-Ampuero G, Noriega L, López L, Mejía Y. Gestión de Riesgos Empresariales : Marco de Revisión ISO 31000. Espacios. 2017;38(59):21.
25. Tamayo-Saborit M, González-Capote D, Mata-Varela M, Fornet-Batista J, Cabrera-Álvarez E. La gestión de riesgos: herramienta estratégica de gestión empresarial. Universidad Metropolitana de Ecuador, editor. Cuatro Caminos. Cienfuegos. Cuba: Universidad Metropolitana de Ecuador; 2020. 252 p.
26. Dirección de Comunicación Estratégica. Manual de identidad visual. Panamá, República de Panamá: Universidad Tecnológica de Panamá; 2022. p. 18.
27. DITIC. Servicios web. 2021 [cited 2024 Jun 30]. Actualización de los Sitios Web. Available from:
<https://utp.ac.pa/servicios-web>

TransformaDiseño, un Proyecto de Innovación Educativa Interuniversitario con compromiso social

Annabella Narganes-Pineda^{*a} [0009-0004-0447-9829], Pedro M. Hernández-Castellano^a [0000-0001-8443-118X] and
Paula González-Suárez^a [0009-0002-1515-9084]

^a Grupo de Innovación Educativa Ingeniería de Fabricación, Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria, 35017, Las Palmas, España.

ABSTRACT

Esta contribución presenta los resultados de la primera anualidad de un proyecto de innovación educativa desarrollado de manera conjunta entre la Universidad de La Laguna y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, orientado a mejorar la experiencia de aprendizaje del alumnado en la asignatura de Trabajo Fin de Grado. El proyecto integra los principios del Aprendizaje-Servicio, los Objetivos de Desarrollo Sostenible, el Diseño Circular, el *Maker Education* y el fomento de las disciplinas STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), promoviendo un enfoque formativo basado en la sostenibilidad, la creatividad y la responsabilidad social.

La metodología se fundamenta en un modelo de tutorización colaborativa interuniversitaria, articulado a través de sesiones presenciales conjuntas y trabajo autónomo del alumnado, orientado al desarrollo de Trabajos Fin de Grado vinculados con la innovación educativa, la cultura *maker* y la economía circular. Los resultados evidencian la eficacia del modelo implementado, al favorecer el desarrollo de proyectos con alto valor social y educativo, así como la adquisición de competencias técnicas, creativas y éticas en contextos reales. El cuestionario de evaluación aplicado al estudiantado refleja una valoración positiva de la experiencia, destacando la pertinencia de los contenidos y la utilidad del acompañamiento docente. Entre los aspectos a mejorar, se identifica la necesidad de reforzar la coordinación interinstitucional. En conjunto, la experiencia valida la viabilidad del modelo y sienta las bases para su consolidación y ampliación en futuras anualidades.

Keywords: trabajo fin de grado, aprendizaje-servicio, maker education, diseño circular, STEAM

1. INTRODUCTION

Esta contribución muestra los resultados obtenidos tras la primera anualidad del Proyecto de Innovación Educativa interuniversitario *TransformaDiseño*, donde participan la Universidad de La Laguna (ULL) y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Este proyecto tiene como objetivo fundamental la mejora de la experiencia de aprendizaje de los estudiantes que cursan la asignatura de Trabajo Fin de Grado (TFG), a través de propuestas transversales que ponen en valor el Diseño como herramienta imprescindible para la innovación educativa. Las titulaciones en las que se enmarca esta experiencia pertenecen al ámbito de las disciplinas STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), cuyo carácter integrador favorece el desarrollo de competencias blandas como el pensamiento crítico y el pensamiento creativo, habilidades multidisciplinares necesarias para afrontar los desafíos del mundo contemporáneo.

En este contexto, resulta esencial que la formación universitaria no se limite a la adquisición de conocimientos técnicos y científicos, sino que fomente también una conciencia global y un compromiso ético con la sostenibilidad y el bienestar social. La inclusión de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) en la planificación educativa garantiza que las acciones de innovación se orienten hacia la construcción de un futuro más justo, equitativo y sostenible.

Una de las herramientas conceptuales clave en este proyecto es el Diseño Circular (DC), entendido como una filosofía de trabajo que busca responder a las necesidades sociales, económicas y ambientales actuales. Su finalidad es diseñar productos y sistemas que prolonguen la vida útil, promuevan la reutilización, la reciclabilidad y la recuperación de materiales, al mismo tiempo que minimizan los residuos generados [1]. La aplicación de estas estrategias se vincula con los valores del Movimiento *Maker*, dando lugar al concepto de Movimiento Circular *Maker* y su dimensión educativa, conocida como *Maker Education* (ME). Integrar estas perspectivas en el currículo favorece la formación de profesionales

*annabella.narganes@ulpgc.es

capaces de liderar la transición hacia modelos de producción y consumo más sostenibles, en sintonía con las demandas del mercado global.

Dentro de este marco, la asignatura de TFG ocupa un lugar estratégico al constituirse como un espacio de integración de competencias tanto específicas como transversales de cada titulación. Se trata de un trabajo autónomo, supervisado por el profesorado, en el que el alumnado debe demostrar la adquisición de habilidades de búsqueda, interpretación y gestión de información relevante, así como la capacidad de elaborar juicios críticos y creativos. En consecuencia, el TFG se erige como un elemento fundamental para la verificación y consolidación de las competencias profesionales y académicas.

Finalmente, el TFG representa una oportunidad única para fortalecer la relación de la universidad con su entorno social, empresarial e institucional, al promover la transferencia de conocimiento e innovación. En particular, los TFG orientados a la innovación educativa constituyen una vía privilegiada para mejorar la calidad de la formación universitaria y potenciar la empleabilidad de los egresados, al tiempo que refuerzan el compromiso de la institución con la transformación sostenible de la sociedad.

2. FUNDAMENTOS CONCEPTUALES

2.1 Aprendizaje-Servicio como estrategia educativa

El Aprendizaje-Servicio (ApS) se presenta como una metodología activa que combina los procesos de aprendizaje académico con la realización de acciones de servicio a la comunidad. A través del ApS, el alumnado no solo adquiere conocimientos teóricos y técnicos, sino que los aplica en contextos reales, respondiendo a necesidades sociales identificadas en su entorno [2]. En el ámbito universitario, el ApS se ha consolidado como una herramienta eficaz para el desarrollo de competencias transversales, la promoción del compromiso cívico y la formación de una ciudadanía crítica y solidaria [3].

La aplicación del ApS en la asignatura de Trabajo Fin de Grado (TFG) ofrece una oportunidad estratégica para vincular la formación académica con la realidad social, permitiendo que los proyectos finales del alumnado se orienten hacia la resolución de problemáticas comunitarias, empresariales o ambientales concretas. Esta orientación contribuye a reforzar la relevancia social de la universidad y a potenciar su papel como agente de transformación e innovación educativa.

2.2 Los Objetivos de Desarrollo Sostenible como eje transversal

Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), definidos por la Agenda 2030 de Naciones Unidas (ONU, 2015), establecen un marco global para promover un desarrollo equilibrado, justo y sostenible. En el contexto educativo, los ODS constituyen un eje transversal que impulsa la integración de valores como la equidad, la sostenibilidad ambiental, la justicia social y la cooperación internacional (UNESCO, 2020).

La incorporación de los ODS en los programas de educación superior permite contextualizar los aprendizajes en los desafíos globales actuales, fortaleciendo la pertinencia y la responsabilidad social de las titulaciones. En el marco del TFG, su aplicación se traduce en la posibilidad de diseñar proyectos que contribuyan directamente a metas como la educación de calidad (ODS 4), la industria, innovación e infraestructura (ODS 9), la producción y consumo responsables (ODS 12), y las alianzas (ODS17). De esta forma, los estudiantes aprenden a integrar la sostenibilidad en el diseño de productos, servicios o sistemas con impacto positivo en la sociedad.

2.3 Diseño Circular y sostenibilidad

El Diseño Circular (DC) constituye una filosofía y metodología de trabajo orientada a optimizar los recursos y minimizar el impacto ambiental a lo largo del ciclo de vida de los productos [4]. A diferencia del modelo lineal de producción, basado en la secuencia extraer–producir–desechar, el DC propone cerrar los ciclos de materiales y energía mediante estrategias de reutilización, reparación, reciclaje y recuperación [1].

En el ámbito educativo, el DC fomenta en el alumnado una comprensión sistémica del diseño y una actitud responsable frente a los desafíos de la sostenibilidad. Su integración en el currículo universitario permite desarrollar competencias vinculadas con la creatividad, la innovación y la gestión ambiental, al tiempo que refuerza la dimensión ética del ejercicio profesional. En el contexto del TFG, el enfoque circular impulsa la creación de proyectos que no solo sean técnicamente viables, sino también ambiental y socialmente sostenibles.

2.4 Movimiento Circular Maker y Maker Education

El Movimiento *Maker* surge como una cultura de aprendizaje basada en la experimentación, el prototipado y la colaboración interdisciplinar. Promueve una pedagogía activa en la que el estudiante se convierte en creador y no solo en

consumidor de conocimiento [5]. La convergencia entre los principios del Movimiento *Maker* y los del Diseño Circular ha dado lugar al Movimiento Circular *Maker*, que enfatiza la fabricación responsable, la reutilización de materiales y la innovación sostenible [6, 7].

Dentro del ámbito educativo, esta integración se materializa en la *Maker Education* (ME), una corriente que potencia las competencias STEAM mediante proyectos prácticos centrados en el diseño, la tecnología y la sostenibilidad [8]. Incorporar la ME al TFG implica fomentar la autonomía, el aprendizaje por descubrimiento y la capacidad para desarrollar soluciones creativas a problemas reales, utilizando herramientas digitales, laboratorios de fabricación o entornos colaborativos [9].

Además, la ME puede adoptar el papel de vehículo habilitador para diversas actividades. Tal es el caso de la llamada Neoartesanía, definida como una combinación entre la artesanía y el diseño y la tecnología, creando una sinergia colaborativa entre artesanos, diseñadores, técnicos e investigadores [10]. De esta manera, los conocimientos y la pedagogía de la ME pueden permitir la innovación en el campo de la artesanía, favoreciendo la unión de diversas comunidades y la creación de nuevos elementos en la producción artesanal mediante la aplicación de herramientas digitales.

2.5 Fomento de las disciplinas STEAM en el contexto universitario

Las disciplinas STEAM son un enfoque integrador que combina el rigor científico con la creatividad y el pensamiento crítico. Este paradigma favorece la formación de profesionales capaces de abordar problemas complejos desde perspectivas diversas, articulando saberes técnicos, estéticos y sociales [11].

La introducción del enfoque STEAM en la educación superior responde a la necesidad de preparar a los futuros egresados para un entorno profesional caracterizado por la innovación constante y la digitalización [12]. En el caso de los TFG, el enfoque STEAM se traduce en proyectos multidisciplinarios que integran el diseño, la ingeniería y la sostenibilidad, promoviendo así una formación más completa, creativa y alineada con las demandas del mercado global y los retos del desarrollo sostenible.

La articulación entre ApS, ODS, DC, ME y STEAM configura un marco pedagógico innovador que permite al alumnado desarrollar competencias técnicas, éticas y sociales de manera integrada. Este enfoque holístico no solo potencia la calidad de los aprendizajes, sino que refuerza la función social de la universidad como agente activo en la construcción de un futuro sostenible y equitativo.

3. METODOLOGÍA

El proyecto se desarrolla en el marco de las Convocatorias de Proyectos de Innovación Educativa interuniversitarios ULL/ULPGC, con una extensión de 2 cursos académicos, y tiene como finalidad la mejora de la experiencia de aprendizaje del alumnado que cursa la asignatura TFG. En este proyecto participan dos titulaciones estrechamente relacionadas con el ámbito del diseño y la creatividad: el Grado en Diseño (GD) de la Facultad de Bellas Artes de la ULL, y el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos (GIDIDP) de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles de la ULPGC.

El carácter interuniversitario del proyecto permite integrar enfoques pedagógicos y metodológicos complementarios: la perspectiva artística y conceptual del diseño, representada por la ULL, y la orientación técnica e ingenieril de la ULPGC. Esta colaboración favorece un aprendizaje transversal y multidisciplinar, coherente con los principios del enfoque STEAM, así como con las directrices de innovación educativa promovidas por ambas instituciones.

3.1 Participantes

Durante esta primera anualidad, por parte de la ULPGC participaron siete estudiantes (cinco mujeres y dos hombres) de la asignatura de TFG, acompañados por un equipo docente formado por cuatro profesores, un profesor titular de universidad, un profesor contratado doctor y dos investigadoras predoctorales, además de una estudiante de doctorado. El grupo de la ULPGC trabajó en coordinación con el equipo de la ULL, conformado por estudiantes del Grado en Diseño y profesorado de la facultad de Bellas Artes. Esta estructura interuniversitaria promovió la cooperación interdisciplinar, la comparación de enfoques y la transferencia de buenas prácticas entre ambos centros.

3.2 Diseño Metodológico

Cada estudiante de TFG seleccionó una temática vinculada con uno o varios de los ejes conceptuales del proyecto: Aprendizaje-Servicio (ApS), Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), Diseño Circular (DC), *Maker Education* (ME), Neoartesanía y fomento de las vocaciones STEAM.

El diseño metodológico se estructuró en torno a tres sesiones presenciales interuniversitarias, complementadas con tutorías virtuales y trabajo autónomo del alumnado:

- Primera sesión (ULL): encuentro inicial de presentación del proyecto de innovación educativa y de las líneas de investigación de los equipos participantes. Se desarrollaron formaciones sobre ApS, ejemplificadas mediante proyectos como Las Amoraditas, y sobre ME y Neoartesanía a partir de un taller neoartesanal de baldosas hidráulicas. Asimismo, se realizó una visita al FabLab de la Facultad de Bellas Artes para familiarizar al alumnado con los recursos tecnológicos disponibles.
- Segunda sesión (ULPGC): reunión conjunta de los grupos de ambas universidades, en la que los estudiantes compartieron avances de sus TFG y recibieron charlas formativas sobre los ODS, el DC y el fomento de las vocaciones STEAM, destacando los proyectos Acércate a la Ingeniería y CO-STEAM. La jornada incluyó una visita al Taller de Ingeniería en Diseño Industrial “Las Cocinas” de la ULPGC, espacio de experimentación y prototipado.
- Tercera sesión (ULL): sesión final de puesta en común de resultados parciales. Los estudiantes expusieron los avances de sus TFG y participaron en una tutoría grupal con profesorado e investigadores de ambas universidades, con el objetivo de reflexionar sobre el proceso y consolidar aprendizajes.

El proceso metodológico fomentó el trabajo autónomo, la experimentación práctica y la integración de conocimientos en contextos reales. De este modo, el TFG se concibe no solo como un producto académico, sino como una experiencia formativa que conecta el aprendizaje universitario con la innovación social y tecnológica.

3.3 Herramientas TIC/TAC y recursos tecnológicos

El desarrollo de los TFG en la ULPGC se apoyó en el ecosistema digital de *Microsoft Office 365*, utilizando herramientas como *Teams* (para tutorías y trabajo colaborativo), *Planner* (para la gestión de tareas y seguimiento del progreso), *OneDrive* (para el almacenamiento y la compartición de documentación), y *Word* (para la redacción de informes y memorias).

En el ámbito del Movimiento *Maker*, el alumnado tuvo acceso a recursos tecnológicos de fabricación digital, tanto en el Taller “Las Cocinas” como en el *MakerSpace* de la Biblioteca de la ULPGC. Entre las herramientas empleadas destacan la máquina de corte y grabado láser, impresoras 3D por estereolitografía (SLA) e impresoras 3D de modelado por deposición fundida (FDM), así como equipos de trabajo manual y herramientas clásicas de prototipado.

3.4 Evaluación

La evaluación de la experiencia combinó instrumentos cuantitativos y cualitativos. Se aplicó un cuestionario específico para recoger información sobre las temáticas de los TFG y los conceptos trabajados (ApS, ODS, DC, ME, Neoartesanía, STEAM), complementado con un cuestionario normalizado para analizar la percepción del alumnado sobre la metodología y el aprendizaje obtenido [13]. Asimismo, se consideró la evaluación continua a través del seguimiento de tutorías, la calidad de las memorias finales y las presentaciones orales, junto con la autoevaluación y el feedback entre pares. Estos instrumentos permitieron valorar tanto las competencias técnicas, como las competencias blandas o transversales (trabajo en equipo, sostenibilidad, pensamiento crítico y creatividad).

3.5 Enfoque colaborativo e interuniversitario

Uno de los aspectos más significativos del proyecto ha sido la colaboración entre las dos universidades y entre dos titulaciones que, aunque comparten el eje común del Diseño, lo abordan desde perspectivas diferentes: artística y humanística (ULL) e ingenieril y tecnológica (ULPGC). Esta sinergia ha permitido generar un espacio de aprendizaje compartido donde convergen la sensibilidad estética, la funcionalidad técnica y el compromiso social.

El modelo interuniversitario ha favorecido la transferencia de conocimiento, el enriquecimiento metodológico y el trabajo en red, sentando las bases para futuras líneas de innovación docente y proyectos conjuntos orientados al desarrollo sostenible y la educación STEAM.

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Descripción de los Trabajos Fin de Grado desarrollados

Durante la primera anualidad del proyecto en la ULPGC se desarrollaron siete TFG dentro del marco del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Todos ellos se enmarcan en los ejes conceptuales ApS, ODS,

DC, ME y fomento de las vocaciones STEAM, y se caracterizan por su orientación aplicada, su compromiso social y su alineación con los valores de la sostenibilidad y la innovación educativa.

- El primer TFG consiste en el diseño de un diorama interactivo destinado a la concienciación de los ahogamientos producidos por distintos fenómenos acuáticos presentes en las costas de Canarias. La propuesta se fundamenta en la combinación de recursos visuales, mecánicos y digitales, permitiendo al usuario interactuar con el entorno y comprender de forma tangible procesos naturales complejos. Actualmente se encuentra en desarrollo de prototipo propuesto por el alumno, cumpliendo con los estándares de diseño y comunicación científica establecidos al inicio del proyecto. (ApS, ODS)
- El segundo trabajo se centra en el fomento de las vocaciones STEAM desde edades tempranas a través de una experiencia educativa que combina destrezas manuales, como la manipulación de barro, con tecnologías emergentes, como la impresión 3D. Inspirado en la artesanía tradicional canaria, este TFG integra la innovación tecnológica con la preservación del patrimonio cultural, proponiendo un kit educativo dirigido a alumnado de 5º y 6º de Educación Primaria. Las pruebas de los prototipos demostraron la viabilidad de la propuesta, evidenciando su potencial para reducir la brecha de género en disciplinas científico-tecnológicas y promover un aprendizaje significativo. (ODS, ME, STEAM)
- El tercer TFG aborda el diseño de un Sistema de Información y Dinamización de la Experiencia Universitaria en la ULPGC, cuyo objetivo fue mejorar la comunicación institucional con el alumnado de nuevo ingreso mediante estrategias de gamificación. El proyecto ha permitido desarrollar un conjunto de dinámicas interactivas que facilitan la adaptación del estudiantado a la vida universitaria, potenciando la motivación, la autonomía y el sentido de pertenencia a la institución. (ApS, ODS)
- El cuarto TFG se centra en el diseño de una experiencia de aprendizaje para el fomento de las vocaciones STEAM, basada en la resolución de puzzles de lógica espacial dirigidos a alumnado de Educación Primaria. La propuesta busca estimular el pensamiento lógico y reducir la brecha de género en disciplinas científico-tecnológicas. Se integraron los principios del Diseño Circular mediante fichas metodológicas que guiaron el proceso de ideación y desarrollo, y las experiencias preliminares evidenciaron una alta implicación y motivación del alumnado. (ODS, DC, ME, STEAM)
- El quinto proyecto tiene como finalidad la promoción del Grado en Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos y de las disciplinas STEAM en la educación secundaria. Para ello, se diseñó un juego didáctico basado en geometrías triangulares, acompañado de un entorno digital que introduce al alumnado en conceptos propios del diseño y la ingeniería mediante una experiencia gamificada. Los resultados obtenidos evidencian su potencial como herramienta de orientación vocacional y de divulgación científica en etapas preuniversitarias. (ApS, ODS, STEAM)
- El sexto TFG está orientado al diseño de un detalle de cortesía institucional para la ULPGC, concebido desde una metodología de diseño circular. La propuesta se materializó en un obsequio destinado al profesorado jubilado que simboliza los valores de la universidad, incorpora materiales sostenibles y presenta un segundo uso, garantizando así la prolongación de su vida útil. Este trabajo ejemplifica la aplicación práctica del Diseño Circular en contextos institucionales, integrando estética, funcionalidad y sostenibilidad. (ODS, DC)
- Finalmente, el séptimo TFG propuso el diseño de un producto educativo virtual en la plataforma *Minecraft Education*, orientado al fomento de las disciplinas STEAM en edades tempranas. Mediante la creación de un entorno digital inmersivo, se favorece el aprendizaje colaborativo, la exploración y la resolución de problemas, consolidando a Minecraft como una herramienta didáctica eficaz en el ámbito del diseño y la ingeniería. (ODS, ApS, STEAM)

En conjunto, los siete proyectos desarrollados evidencian la capacidad del alumnado para integrar competencias técnicas, creativas y éticas en el desarrollo de propuestas de diseño orientadas a la innovación educativa y la sostenibilidad. La diversidad temática de los TFG refleja la flexibilidad metodológica del programa, así como la efectividad del acompañamiento docente y del entorno colaborativo interuniversitario en la mejora de la experiencia de aprendizaje. La mayoría de los estudiantes implicados lograron defender sus TFG en las convocatorias oficiales del curso académico 2024/2025, evidenciando la eficacia de la orientación metodológica y el acompañamiento docente.

4.2 Resultados del Cuestionario Normalizado

Para valorar la experiencia del alumnado participante en este proyecto se realizó un Cuestionario Normalizado [13] tipo escala de Likert de cuatro niveles (1 = totalmente en desacuerdo; 4 = totalmente de acuerdo). Donde se evaluaron

aspectos relativos a la motivación, la confianza, la organización entre otros. Asimismo, se abordaron dimensiones vinculadas con el interés por el campo de estudio, la participación, la colaboración y la claridad de los materiales. En la Tabla 1 se exponen las premisas:

Tabla 1. Ítems del Cuestionario Normalizado

I1	Participar en este proyecto estimuló mi entusiasmo por seguir aprendiendo.
I2	Mi experiencia en el proyecto me animó a valorar otras perspectivas distintas a las mías.
I3	Aprendí a aplicar los principios de esta experiencia a nuevas situaciones.
I4	Esta experiencia desarrolló mi confianza para investigar nuevas ideas.
I5	Considero que lo que he aprendido es valioso para mi futuro.
I6	Participar en este proyecto me proporcionó una amplia visión del diseño, la tecnología y la fabricación.
I7	Las actividades del Proyecto estaban bien organizadas
I8	El contenido de las actividades estaba organizado de forma sistemática.
I9	Hubo suficiente flexibilidad en el proyecto para adaptarse a mis necesidades.
I10	Esta experiencia me resultó intelectualmente estimulante.
I11	Participar en el proyecto ha estimulado mi interés por el campo de estudio.
I12	Participar en el proyecto me ha resultado motivador.
I13	En general, mi experiencia en el proyecto valió la pena.
I14	Me sentí parte de un grupo de estudiantes y personal comprometido con el aprendizaje.
I15	Pude explorar mis intereses académicos con el personal y los estudiantes.
I16	Aprendí a explorar ideas con confianza con otras personas.
I17	Las ideas y sugerencias de los estudiantes se utilizaron durante esta experiencia.
I18	Se aclaró qué recursos estaban disponibles para ayudarme a aprender.
I19	Los materiales dados durante el proyecto eran claros y concisos.
I20	Los materiales de las actividades eran pertinentes y estaban actualizados.
I21	Las tecnologías de la información (TIC) en la enseñanza y el aprendizaje fueron eficaces cuando se utilizaron.

En términos generales, los resultados reflejan una valoración altamente positiva de la experiencia. En la mayoría de los ítems, más del 80 % del alumnado manifestó estar “de acuerdo” o “totalmente de acuerdo” con las afirmaciones planteadas. Los niveles más altos de acuerdo se registraron en las premisas relacionadas con el valor del aprendizaje para el futuro profesional (ítem 5), el estímulo intelectual (ítem 10) y la motivación general hacia el aprendizaje (ítems 1, 12 y 13). De igual manera, se evidenció una amplia percepción de pertinencia y actualización de los materiales y recursos utilizados (ítems 19–21), lo que confirma la eficacia del ecosistema tecnológico de Microsoft Office 365 y de los entornos *maker* de la ULP GC (Las Cocinas y el *MakerSpace*).

Los valores más moderados son aquellos relativos a los ítems vinculados a la organización de las actividades (ítem 7) y la flexibilidad del proyecto (ítem 9), lo cual sugiere la necesidad de seguir ajustando los ritmos y formatos de las sesiones interuniversitarias. En conjunto, los datos apuntan a una experiencia de aprendizaje activa, estimulante y con impacto significativo en la motivación y en la adquisición de competencias transversales.

4.3 Valoración general por parte del alumnado

Las respuestas abiertas del cuestionario complementan los resultados cuantitativos, mostrando patrones claros en torno a cuatro ejes principales:

- **Motivación y aprendizaje significativo:** Los estudiantes destacaron el valor de participar en un proyecto real con impacto social, vinculando el aprendizaje técnico con la sostenibilidad y el compromiso ético.
- **Colaboración y transferencia:** La interacción entre las universidades y titulaciones fue percibida como un elemento enriquecedor que fomentó la interdisciplinariedad, la creatividad y la comunicación profesional.

- Innovación metodológica: Se subrayó el interés por la incorporación de herramientas de fabricación digital, el trabajo en entornos *maker* y la conexión con el Movimiento Circular *Maker*.
- Desafíos organizativos: Algunos estudiantes señalaron la necesidad de una mayor planificación temporal y de más encuentros presenciales para profundizar en la colaboración interuniversitaria.

De forma general, el alumnado valoró la experiencia como una oportunidad formativa altamente enriquecedora, que les permitió consolidar competencias académicas y profesionales al integrar la teoría con la práctica en contextos reales. Varios participantes subrayaron que el proyecto fue una excelente ocasión para completar su formación y elaborar un TFG de mayor calidad, gracias al apoyo constante de los compañeros y del profesorado implicado. A pesar de que cada estudiante desarrolló un trabajo individual, la coincidencia temática favoreció la cooperación y el intercambio de conocimientos, convirtiéndose en uno de los aspectos más positivos de la iniciativa. Asimismo, los estudiantes valoraron muy positivamente la posibilidad de experimentar con tecnologías de fabricación digital, conocer distintos espacios y proyectos de ambas universidades y descubrir el potencial de estas herramientas como recursos educativos innovadores.

4.4 Discusión

Los resultados obtenidos ponen de manifiesto el impacto positivo de la integración del Diseño Circular y el enfoque *Maker Education* en el desarrollo del TFG, tanto en la mejora de la experiencia de aprendizaje como en la calidad final de los proyectos. La metodología aplicada ha favorecido un aprendizaje activo, reflexivo y contextualizado, potenciando la motivación intrínseca y la autonomía del alumnado.

La colaboración interuniversitaria ULL–ULPGC se reveló como un factor determinante, al permitir la confluencia de dos perspectivas complementarias del diseño: la artística y la ingenieril. Esta sinergia contribuyó a generar proyectos de mayor alcance, diversidad conceptual y coherencia con los ODS. Además, el trabajo en espacios como Las Cocinas facilitó un ambiente de co-creación y experimentación donde el error se convirtió en una oportunidad de aprendizaje.

Desde una perspectiva pedagógica, la experiencia confirma el potencial del aprendizaje basado en proyectos con enfoque STEAM para integrar la creatividad, la técnica y la sostenibilidad. Los TFG desarrollados no solo demostraron la adquisición de competencias técnicas, sino también la formación de una conciencia crítica y ética orientada a la innovación responsable.

Finalmente, la valoración positiva del estudiantado y la elevada tasa de defensa de los TFG evidencian la eficacia del modelo de tutorización colaborativa y del uso de entornos digitales compartidos, consolidando las bases para la segunda anualidad del proyecto y su proyección como modelo replicable en otras titulaciones STEAM.

5. CONCLUSIONES

El presente Proyecto de Innovación Educativa, desarrollado en colaboración entre la ULL y la ULPGC, tuvo como eje principal la mejora de la experiencia de aprendizaje del alumnado que cursa la asignatura de TFG en titulaciones del ámbito del Diseño y la Ingeniería en Diseño Industrial. Desde su concepción, el proyecto se sustentó en un marco teórico que integra los principios ApS, los ODS, el Diseño Circular, el *Maker Education* y el fomento de las disciplinas STEAM.

La metodología implementada se basó en un modelo de trabajo colaborativo e interuniversitario, con la participación conjunta de profesorado, investigadores y estudiantes de ambas instituciones. Se desarrollaron tres sesiones presenciales, alternadas entre la ULL y la ULPGC, que favorecieron el intercambio de conocimientos, la orientación académica y la generación de sinergias entre los grados procedentes de la Facultad de Bellas Artes y la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles. Cada estudiante seleccionó una temática de TFG alineada con los ejes conceptuales del proyecto, abordando problemáticas reales desde perspectivas sostenibles, creativas y tecnológicas.

Los resultados obtenidos durante la primera anualidad del proyecto evidencian la efectividad del enfoque pedagógico basado en el ApS, los ODS, el Diseño Circular, el *Maker Education* y el fomento de las disciplinas STEAM aplicada al desarrollo de Trabajos de Fin de Grado. La integración de estos ejes conceptuales permitió la creación de propuestas de alto valor social, educativo y tecnológico, orientadas tanto a la sostenibilidad como a la innovación didáctica.

Los TFG desarrollados demostraron la capacidad del estudiantado para aplicar competencias técnicas, creativas y éticas en contextos reales, consolidando un modelo de aprendizaje activo, reflexivo y comprometido con los valores de la sostenibilidad y la responsabilidad social. Asimismo, los resultados del Cuestionario Normalizado reflejan una valoración globalmente positiva de la experiencia formativa, destacando especialmente la motivación, el sentirse parte de un grupo y el apoyo del personal docente investigador comprometido con el aprendizaje.

No obstante, se identificaron aspectos susceptibles de mejora, particularmente en la organización y coordinación interinstitucional. La diferencia en los calendarios académicos, los ritmos de trabajo y la disponibilidad de recursos en ambas universidades dificultó en ocasiones la planificación conjunta de las actividades. Estos desafíos son comprensibles al tratarse del primer año de implementación del proyecto y servirán como base para optimizar la gestión y la comunicación en futuras ediciones.

En conjunto, la experiencia desarrollada en esta primera anualidad valida la eficacia del modelo de tutorización colaborativa y del enfoque interdisciplinar propuesto. Los resultados alcanzados sientan las bases para la consolidación y ampliación del programa en la segunda anualidad, con el objetivo de fortalecer el vínculo entre universidad y entorno, potenciar la transferencia de conocimiento y continuar formando profesionales capaces de integrar el diseño, la sostenibilidad y la innovación en el desarrollo de soluciones reales.

REFERENCES

1. Ellen McArthur Foundation: The Circular Design Guide, <https://www.ellenmacarthurfoundation.org/circular-design-guide/overview>, last accessed 2025/07/31.
2. Valdemoros San Emeterio, M.Á., Alonso Ruiz, R.A.: Aprendizaje-Servicio en la Educación Superior. , Madrid (2025). <https://doi.org/10.14679/3973>.
3. García-Gutiérrez, J., Amador Morera, F.J., Ramírez, A.C.: EL APRENDIZAJE-SERVICIO UNIVERSITARIO ANTE LOS RETOS DE LA AGENDA 2030: EL COMPROMISO ES URGENTE, LA NECESIDAD ES AHORA.
4. Narganes-Pineda, A., González-Suárez, P., Hernández-Castellano, P.M.: A Definition Approach to Circular Design for Product Design and Development. In: *Advances on Mechanics, Design Engineering and Manufacturing V*. pp. 309–322. Springer Nature Switzerland, Cham (2025). https://doi.org/10.1007/978-3-031-72829-7_25.
5. Hatch, M.: The maker movement manifesto: rules for innovation in the new world of crafters, hackers, and tinkerers. (2014). <https://doi.org/10.5860/choice.51-3798>.
6. Metta, J., Bachus, K.: Mapping the circular maker movement: from a literature review to a circular maker passport. (2020).
7. Prendeville, S., Hartung, G., Brass, C., Purvis, E., Hall, A.: Circular Makerspaces: the founder's view. *International Journal of Sustainable Engineering*. 10, (2017). <https://doi.org/10.1080/19397038.2017.1317876>.
8. Martin, L.: The promise of the maker movement for education. *J Precoll Eng Educ Res*. 5, 30–39 (2015). <https://doi.org/10.7771/2157-9288.1099>.
9. Halverson, E.R., Sheridan, K.M.: The maker movement in education, (2014). <https://doi.org/10.17763/haer.84.4.34j1g68140382063>.
10. Bialogorski, M., Fritz, P.: Neoartesánías: reconfiguraciones en el campo artesanal. Cuaderno 141, Centro de Estudios en Diseño y Comunicación. (2021).
11. Castro-Campos, P.A.: Reflexiones sobre la educación STEAM, alternativa para el siglo XXI. *Praxis*. 18, (2023). <https://doi.org/10.21676/23897856.3762>.
12. Colucci-Gray, L., Burnard, P., Gray, D., Cooke, C.: A CRITICAL REVIEW OF STEAM (SCIENCE, TECHNOLOGY, ENGINEERING, ARTS, AND MATHEMATICS). In: *The Oxford Encyclopedia Of Curriculum Studies* (2021). <https://doi.org/10.1093/acrefore/9780190264093.013.398>.
13. Wilson, K.L., Lizzio, A., Ramsden, P.: The Development, Validation and Application of the Course Experience Questionnaire. *Studies in Higher Education*. 22, 33–53 (1997). <https://doi.org/10.1080/03075079712331381121>.

Innovación docente y cambio de percepciones del alumnado en la enseñanza de las ciencias: una experiencia pre-post en formación del profesorado

Cristina Carranza-Rodríguez^{*a}[0000-0002-2768-0072], Cristina Ruano Rodríguez^a[0000-0002-0804-5524] José Santiago Sánchez Sosa^a[0000-0002-7211-8003], Antonio Cillerós Conde^a and Cristina Fernández Rodríguez^a[0000-0001-6255-893X]

^aDepartamento de Didácticas Específicas, Área de Ciencias Experimentales, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Juan de Quesada 30, 35001 Las Palmas de Gran Canaria

RESUMEN

Esta comunicación presenta una experiencia de innovación docente desarrollada en la asignatura *Didáctica de las Ciencias Naturales y Educación para la Salud* del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria durante el curso 2024-2025. El objetivo fue analizar la evolución de las percepciones, expectativas y competencias docentes del alumnado antes y después de cursar la asignatura. Se aplicó un diseño cuasi experimental con encuestas pretest y posttest a una muestra de 140 estudiantes, realizando un análisis descriptivo mediante el software SPSS v25. Los resultados evidencian tendencias claras de cambio en las concepciones del alumnado: mientras que al inicio predominaba una visión centrada en los contenidos teóricos, al finalizar el curso se valoran especialmente las metodologías activas, la experimentación y el desarrollo de competencias docentes. La mayoría del alumnado declara haber aprendido lo esperado y reconoce una transformación en su manera de entender la enseñanza de las ciencias. Asimismo, los niveles de satisfacción con los contenidos, las metodologías y la dinámica de clase son altos, lo que confirma la coherencia del enfoque didáctico empleado. El estudio demuestra la utilidad del uso de instrumentos pre-post como herramienta de evaluación del impacto formativo y destaca la importancia de seguir promoviendo estrategias metodológicas que impulsen la participación, la reflexión y la autoconfianza del futuro profesorado en la enseñanza de las ciencias.

Keywords: Didáctica de las ciencias, educación universitaria, formación del profesorado, metodologías activas, innovación docente

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de las ciencias en la formación inicial del profesorado constituye un ámbito esencial para el desarrollo de las competencias docentes que demanda la educación actual [1]. Comprender la ciencia no solo implica conocer conceptos, leyes o teorías, sino también entender sus procesos, métodos y su relevancia en la vida cotidiana. En este contexto, la didáctica de las ciencias adquiere un papel clave al promover una enseñanza orientada a la indagación, la experimentación y la reflexión sobre la práctica, alejándose de enfoques meramente transmisivos [2,3,4].

Sin embargo, numerosos estudios señalan que muchos futuros docentes sienten inseguridad o incluso cierto rechazo hacia la ciencia, al percibirla como una disciplina difícil, abstracta o ajena a su realidad [5,6]. Esta falta de autoconfianza repercute en su manera de enseñar, reduciendo la presencia y el valor de las ciencias en las aulas de Educación Primaria. De ahí la importancia de diseñar experiencias formativas que permitan superar ese miedo inicial, conectar la ciencia con la vida cotidiana y fomentar en el profesorado en formación una visión más accesible, significativa y motivadora de la enseñanza científica.

En los últimos años, la literatura en didáctica de las ciencias ha destacado la necesidad de que el profesorado en formación viva experiencias de aprendizaje coherentes con los principios que deberá aplicar en su futura práctica docente [7,8]. Esto implica incorporar metodologías activas, aprendizaje cooperativo, recursos TIC y actividades experimentales que sitúen al estudiante como protagonista de su propio aprendizaje [4]. Tales estrategias no solo mejoran la comprensión conceptual, sino que también favorecen el desarrollo de competencias transversales como la creatividad, el pensamiento crítico y la capacidad de comunicación científica.

En este marco, la asignatura Didáctica de las Ciencias Naturales y Educación para la Salud del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria se configura como un espacio de innovación docente donde los futuros maestros pueden reconstruir sus concepciones sobre la ciencia y su enseñanza. Evaluar el impacto de esta asignatura resulta fundamental para comprender hasta qué punto contribuye a transformar las percepciones del alumnado, sus expectativas iniciales y sus actitudes hacia la enseñanza científica.

El presente trabajo se enmarca en una experiencia de innovación educativa desarrollada durante el curso académico 2024-2025, cuyo objetivo es analizar la evolución de las percepciones, expectativas y competencias docentes de los estudiantes antes y después de cursar la asignatura. Para ello, se empleó un diseño cuasi experimental mediante encuestas pretest y posttest, lo que permitió explorar los cambios en la valoración de los contenidos, las metodologías y la utilidad percibida de los aprendizajes [9].

Este estudio no solo ofrece evidencias sobre la efectividad de las metodologías activas en la formación inicial del profesorado, sino que también contribuye a la reflexión sobre el papel de la universidad como agente de innovación y mejora educativa [10]. Comprender cómo las experiencias formativas ayudan a superar el miedo a la ciencia y transforman las concepciones de los futuros docentes es un paso necesario para avanzar hacia una educación científica más inclusiva, reflexiva y orientada al desarrollo de competencias para el siglo XXI.

2. METODOLOGÍA

2.1. Procedimiento y muestra

El estudio se llevó a cabo durante el curso académico 2024-2025 en la asignatura obligatoria del área de Ciencias Experimentales *Didáctica de las Ciencias Naturales y Educación para la Salud*, perteneciente al tercer curso del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. La población estuvo constituida por un total de 140 estudiantes matriculados en el grupo en el que se desarrolló la experiencia docente.

El objetivo del procedimiento fue analizar la evolución de las expectativas y percepciones del alumnado en relación con la asignatura, mediante la aplicación de dos cuestionarios (pretest y posttest) diseñados ad hoc. Ambos instrumentos se elaboraron a través de Google Forms y se aplicaron en dos momentos distintos del cuatrimestre.

- El pretest, durante la primera sesión presencial de la asignatura, con el fin de recoger las expectativas iniciales y la percepción previa del alumnado sobre la enseñanza de las ciencias.
- El posttest, durante la última semana del cuatrimestre, orientado a identificar las percepciones finales y el grado de desarrollo de competencias docentes tras la experiencia formativa.

El diseño seguido fue cuasi-experimental, de tipo pretest-posttest sin emparejamiento de participantes, adecuado al contexto universitario donde los grupos son predefinidos y no es posible establecer grupos de control. Este enfoque permitió comparar de forma agregada las respuestas obtenidas en ambos momentos del proceso de aprendizaje.

Los cuestionarios incluyeron preguntas cerradas de opción múltiple, ítems tipo Likert de cinco puntos (para valorar nivel de acuerdo o satisfacción) y preguntas abiertas que permitieron recoger aportaciones cualitativas sobre la experiencia vivida. En el pretest se formularon 14 preguntas centradas en las expectativas, motivaciones y conocimientos previos; en el posttest, 19 preguntas orientadas a la valoración de los aprendizajes, la satisfacción y las competencias docentes adquiridas.

Durante la impartición de la asignatura se aplicó un enfoque metodológico basado en la participación activa y el aprendizaje experiencial, orientado a fomentar la implicación del alumnado y el desarrollo de sus competencias docentes. Entre las estrategias utilizadas destacaron el aula invertida, el aprendizaje cooperativo, los debates guiados, el role play y las prácticas de laboratorio.

De los 140 estudiantes matriculados, 128 participaron en la encuesta inicial y 124 en la encuesta final, lo que representa un índice de participación superior al 88% en ambos casos. Este porcentaje garantiza una muestra representativa con un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%. La información se exportó y analizó mediante el software estadístico SPSS v25, utilizando análisis descriptivos de frecuencias y porcentajes para comparar las tendencias entre pretest y posttest. La interpretación de los resultados se orientó hacia la identificación de tendencias significativas en el cambio de percepciones del alumnado.

2.2. Factores de evaluación en pretest y posttest

El diseño del estudio se estructuró en torno a una serie de factores de evaluación que permiten analizar de manera comparada las expectativas iniciales y las percepciones finales del alumnado tras cursar la asignatura.

En el pretest, las preguntas se organizaron en torno a cuatro ejes fundamentales:

1. **Experiencia previa y actitud hacia las ciencias:** evaluación del recuerdo y valoración de las asignaturas de ciencias cursadas en etapas anteriores (secundaria o bachillerato), así como del grado de motivación hacia la materia.
2. **Expectativas sobre contenidos:** identificación de los conocimientos científicos y didácticos que el alumnado considera necesarios para enseñar ciencias en Educación Primaria.
3. **Percepción de metodologías de enseñanza:** detección de las estrategias y enfoques didácticos que el alumnado espera aprender (por ejemplo, metodologías activas, indagación científica, gamificación o uso de TIC).
4. **Competencias docentes percibidas:** autovaloración inicial sobre la confianza para enseñar ciencias, la capacidad para diseñar actividades y fomentar el pensamiento científico en los niños.

En el posttest, se incluyeron ítems equivalentes que permitieron contrastar las dimensiones anteriores con la experiencia real vivida durante la asignatura. Estos ítems se centraron en:

1. **Valoración de los contenidos trabajados:** identificación de los aspectos conceptuales y prácticos considerados más útiles para la futura labor docente (contenidos científicos, estrategias didácticas, prácticas de laboratorio, actividades de indagación).
2. **Satisfacción y experiencia de aprendizaje:** valoración global de la asignatura en términos de contenidos, metodologías, dinámica de las clases, participación y acompañamiento docente.
3. **Desarrollo de competencias docentes:** autoevaluación de las habilidades adquiridas, tales como la capacidad de planificar actividades experimentales, relacionar teoría y práctica, fomentar la curiosidad científica o integrar recursos tecnológicos en la enseñanza.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en el análisis descriptivo permiten identificar una evolución sustancial en las concepciones y expectativas del alumnado respecto a la enseñanza de las ciencias. La comparación entre el pretest y el posttest evidencia un desplazamiento progresivo desde una visión centrada en el dominio de contenidos hacia un enfoque más reflexivo y competencial, en el que la práctica docente y la aplicación de metodologías activas adquieren un papel protagonista.

Cambios en las expectativas sobre qué saber para enseñar

En el momento inicial, la mayoría del alumnado consideraba esencial disponer de estrategias didácticas (81,3%), junto con contenidos científicos básicos (79,7%) y la capacidad de dominar actividades prácticas (75,8%). Sin embargo, tras cursar

la asignatura, las percepciones se matizan: las estrategias didácticas siguen siendo el elemento más valorado (76,6%), pero se observa un descenso en la importancia atribuida a los contenidos teóricos (49,2%) y un aumento del reconocimiento hacia otros componentes como las prácticas de laboratorio (48,4%) o las actividades de indagación científica (20,2%).

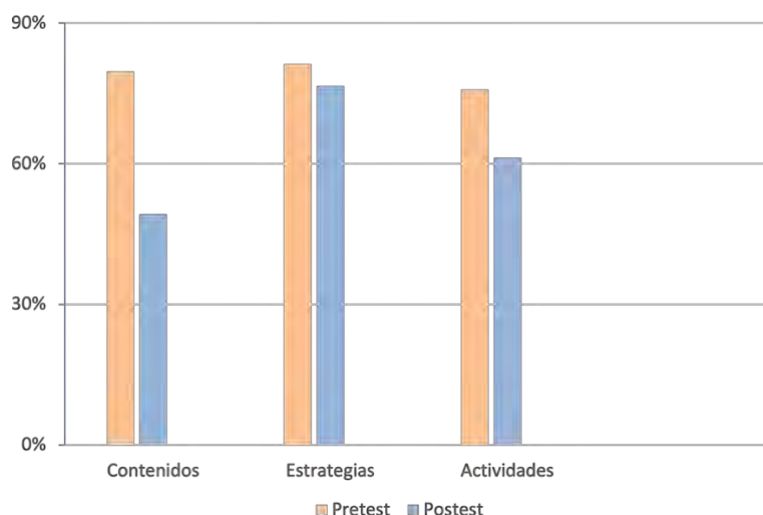


Figura 1: Cambio en las prioridades docentes del alumnado (Pre vs Post)

La Figura 1 muestra gráficamente este desplazamiento en las percepciones del alumnado, destacando la transición desde un enfoque más centrado en los contenidos hacia otro orientado a la acción didáctica y la práctica docente.

Esto sugiere que, aunque el alumnado sigue otorgando relevancia al conocimiento conceptual, tras la experiencia formativa empieza a reconocer el valor formativo de la práctica, la experimentación y la contextualización en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Este hallazgo coincide con el estudio de WZ Shi (2025) [11] que destaca que la enseñanza basada en la indagación y la experimentación mejora significativamente la comprensión de los estudiantes sobre la naturaleza de la ciencia y potencia su confianza para enseñar.

De las expectativas de aprendizaje a los aprendizajes percibidos

En el pretest, las expectativas más frecuentes se relacionaban con métodos innovadores para enseñar ciencias (89%) y el diseño de actividades prácticas (77,2%), lo que muestra un interés inicial por la innovación y la aplicabilidad práctica. Tras cursar la asignatura, el alumnado confirma que estos aspectos se han cumplido: el (39,5%) afirma haber aprendido completamente lo esperado, y el (51,6%) lo hizo en gran parte. Este alto nivel de satisfacción se vincula con la percepción de que la asignatura responde a sus expectativas de formación profesional, especialmente en lo relativo a la aplicación de metodologías activas y la conexión entre teoría y práctica.

Transformación en la visión docente

Uno de los resultados más relevantes se observa en la pregunta sobre el cambio de visión respecto a cómo enseñar ciencias: el (28,2%) de los participantes manifiesta que su perspectiva cambió mucho, y el (50,8%) indica que cambió en parte. Este dato sugiere un proceso de reconstrucción conceptual y actitudinal hacia la enseñanza de las ciencias, donde los futuros docentes empiezan a concebir la enseñanza no como transmisión de información, sino como proceso de exploración, indagación y aprendizaje activo.

La comparación con las expectativas iniciales refuerza esta interpretación. Mientras que al inicio predominaba el interés por “aprender contenidos”, al finalizar el curso el alumnado valora más las estrategias didácticas, el trabajo práctico y la interacción con el alumnado. Este desplazamiento cognitivo y actitudinal es un indicador claro del impacto formativo de la asignatura.

Valoración del proceso y satisfacción

La valoración global del proceso formativo es también positiva. En la satisfacción con los contenidos, el (76,6%) se declara satisfecho o muy satisfecho, y porcentajes similares se observan en las metodologías empleadas (66,9%) y en la dinámica participativa de las clases (73,4%). Estos resultados son coherentes con el enfoque metodológico adoptado en la asignatura, basado en la participación activa, el aprendizaje cooperativo y la contextualización de los contenidos.

Asimismo, la alta valoración de la dinámica de aula sugiere que el alumnado reconoce la relevancia del ambiente de colaboración y del acompañamiento docente como factores que facilitan su implicación y desarrollo competencial.

Evolución competencial y profesional

El análisis de los ítems relacionados con las competencias docentes evidencia un progreso claro en la autopercepción profesional. Al inicio, el alumnado asociaba la mejora competencial sobre todo con fomentar el pensamiento científico en los niños (80,5%) y relacionar la ciencia con la vida real (74,2%); tras la asignatura, la percepción de haber desarrollado estas competencias se refuerza y se complementa con un aumento en la confianza para enseñar ciencias y la capacidad de diseñar actividades experimentales.

Este cambio refleja el efecto del enfoque formativo centrado en la práctica reflexiva, que ayuda a consolidar la identidad docente y a superar la inseguridad inicial ante la enseñanza de contenidos científicos.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos evidencian un proceso de cambio conceptual y profesional en el alumnado, que pasa de una visión centrada en la transmisión de contenidos hacia una concepción más integral y competencial de la enseñanza de las ciencias. Este cambio coincide con lo descrito por Calvo Utrilla (2025) [2], quien señala que la formación inicial del profesorado debe fomentar la comprensión de la ciencia como un proceso de indagación y reflexión más que como un conjunto de conocimientos cerrados [12].

La comparación pre-post muestra que, aunque al inicio las estrategias didácticas (81,3%) ya eran un aspecto valorado, su relevancia se consolida tras la experiencia formativa (76,6%), acompañada de un descenso en la importancia atribuida a los contenidos teóricos (de 79,7% a 49,2%). Este desplazamiento indica que el alumnado no abandona la necesidad de dominar los contenidos, sino que reformula su sentido pedagógico, situándolos al servicio del aprendizaje activo del alumnado de primaria.

El incremento en la valoración de las actividades prácticas y de laboratorio refleja la influencia directa de las metodologías empleadas durante el curso, que promovieron la experimentación y la aplicación de la ciencia a contextos cotidianos. Esta tendencia coincide con los modelos de aprendizaje por indagación y aprendizaje experiencial, que se asocian con una mayor motivación y comprensión profunda [4,7].

Asimismo, el alto porcentaje de estudiantes que declara haber aprendido lo esperado (91,1% en total) y que reconoce un cambio en su visión sobre cómo enseñar ciencias (79%) confirma el impacto formativo del enfoque metodológico aplicado. Estos datos no solo evidencian satisfacción, sino también una transformación epistemológica, donde los futuros docentes comienzan a concebir la enseñanza como un proceso mediado por la acción, la reflexión y la participación [13].

La satisfacción global con la asignatura refuerza esta interpretación: más de dos tercios del alumnado se muestra satisfecho o muy satisfecho con los contenidos, metodologías y dinámica de las clases. La valoración especialmente positiva de la dinámica participativa (73,4%) sugiere que los espacios de colaboración, debate y práctica guiada fueron los más valorados y contribuyeron a generar un entorno de aprendizaje activo, alineado con las competencias docentes actuales y con las recomendaciones del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

No obstante, es necesario reconocer ciertas limitaciones metodológicas del estudio. El diseño cuasi experimental, sin grupo control y con encuestas anónimas no emparejadas, impide establecer relaciones causales firmes entre la experiencia docente y los cambios observados. Al basarse en datos de autopercepción, los resultados pueden estar influenciados por sesgos de deseabilidad social o por la tendencia del alumnado a valorar positivamente su propio progreso. Aun así, las altas tasas de respuesta y la consistencia de los resultados entre diferentes ítems refuerzan la fiabilidad de las conclusiones.

En conjunto, los resultados reflejan una transformación significativa en la forma en que el alumnado concibe la enseñanza de las ciencias. Tras cursar la asignatura, los futuros docentes pasan de centrarse en los contenidos teóricos a valorar la práctica, la indagación y las metodologías activas, reconstruyen su identidad profesional, fortalecen su autoconfianza y desarrollan una comprensión más profunda de su papel como educadores y una mayor conexión entre la ciencia, la vida cotidiana y la educación ambiental. Además, esta experiencia demuestra el valor del uso de instrumentos de evaluación pre-post para analizar el impacto de las innovaciones educativas y subraya la necesidad de seguir promoviendo estrategias metodológicas que impulsen la implicación activa y el desarrollo integral de las competencias profesionales del alumnado.

5. REFERENCIAS

1. Gómez Chacón, B., Aragón, L., & Vicente Martorell, J. J. Ciencia y publicidad en la formación inicial del profesorado: una SEA para contribuir a la alfabetización científica y al pensamiento crítico. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 22 (2), 2601 (2025).
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i2.2601
2. Calvo-Utrilla, M., Martín-Gámez, C., & Jiménez-Liso, M. R. La educación STEM a debate desde la Didáctica de las Ciencias. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias* 22 (2) (2025).
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2025.v22.i2.2102
3. Aguilera Morales, D., Vílchez-González, J. M., Carrillo-Rosúa, F. J., & Perales-Palacios, F. J. Tendencias investigadoras en enseñanza de las ciencias en revistas españolas 2014-2018 (2021). *Enseñanza de las ciencias. Revista de investigación y experiencias didácticas*, 39(2):45-62 . <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.3180>
4. Verdezoto Cepeda, J. C., Tipanluisa Irazabal, D. C., Llaulli Mejia, C. P., Cazar Valencia, M. C., & Cun Aldaz, P. R. Metodologías activas en el aula: impacto en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes. *Ciencia latina. Revista científica multidisciplinar*, 9 (3), 5248-5270 (2025). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v9i3.18159
5. Appleton, K. Science pedagogical content knowledge and elementary school teachers. In K. Appleton (Ed.), *Elementary science teacher education: International perspectives on contemporary issues and practice* (pp. 31–54). Lawrence Erlbaum Associates. (2006).
6. Kind, P. M. Pedagogical content knowledge in science education: Perspectives and potential for progress. *Studies in Science Education*, 45(2), 169–204 (2009). <https://doi.org/10.1080/03057260903142285>
7. Lorenzo, G.M., Farré, S.A & Rossi, A.M. La formación del profesorado universitario de ciencias. El conocimiento didáctico y la investigación científica. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 15(3) (2018).
https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i3.3603

8. Abrahams, I., & Reiss, M. J. Practical work: Its effectiveness in primary and secondary schools in England. *International Journal of Science Education*, 34(17), 2513–2537 (2012). <https://doi.org/10.1002/tea.21036>
9. Escarbajal Frutos, A. & Martinez Galera, G. Uso de las metodologías activas en los centros educativos de educación infantil, primaria y secundaria. *International Journal of New Education*, 11, 5-25 (2023). <https://doi.org/10.24310/IJNE.11.2023.16452>
10. García, J. & Jiménez, S. Metodologías Activas: Desarrollo de las Competencias Científicas en Estudiantes de Instituciones Educativas. *Unaciencia. Revista de estudios e investigaciones*, 18(34), 4–26 (2023). <https://doi.org/10.35997/unaciencia.v18i34.841>
11. Shi, WZ (2025). Impacto de la enseñanza de ciencias basada en la indagación en la comprensión y la autoconfianza de los futuros docentes. *Physical Review Physics Education Research*, 21 (1), 010134. <https://doi.org/10.1103/PhysRevPhysEducRes.21.010134>
12. Galecio Mora, D. E. Indagación científica en estudiantes: una revisión sistemática. *Revista Invecom*, 6(1) (2025). <https://www.revistainvecom.org/index.php/invecom/article/download/3840/1362>
13. Bermeo, S. M. O. Desarrollo profesional docente en metodologías activas: una revisión sistemática de programas de capacitación y su impacto en la calidad educativa. *Magazina ASCE*, 8(4), 144–160 (2025). <https://doi.org/10.70577/ASCE/1465.1484/2025>

La tecnología en el aula viene para quedarse ¿sobra el profesorado?

Alicia Martínez-González^{*a}[0000-0002-6938-0932], Alba Santamaría-Herrera^a[0000-0001-6791-135X] y Ana Isabel Obregón-Cuesta^a[0000-0003-1446-0203],

^aÁrea de Didáctica de la Matemática, Departamento de Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Burgos C/Villadiego 1, C.P. 09001 Burgos.

RESUMEN

La tecnología es el conjunto de teorías y técnicas que permiten el aprovechamiento práctico del conocimiento científico. Las nuevas tecnologías han supuesto una revolución educativa tal que lleva a plantear la pregunta: ¿sobra el profesorado? y, en particular ¿Está el futuro profesorado de educación infantil y de educación primaria listo para formarse de modo autónomo en matemáticas? Este estudio pretende determinar cuán importante es el papel del profesorado universitario sobre estudiantes de probabilidad y estadística cuando todos los recursos docentes se encuentran digitalizados y accesibles. Para intentar dar respuesta a esta pregunta, se ha registrado la asistencia, realización de tareas y calificaciones obtenidas de tres grupos de estudiantes en la asignatura: “Fundamentos del azar y la información y sus estrategias didácticas”. Dos de los grupos pertenecen al Grado de Maestro en Educación Primaria y uno al de Infantil (n=107 en total). El estudio analiza posibles correlaciones entre asistencia y calificaciones, así como posibles diferencias entre grupos. Se evidencia una correlación significativa entre la participación en las aulas y las calificaciones obtenidas. Este trabajo plantea la posibilidad de crear un modelo matemático para predecir la calificación que obtendrá un estudiante universitario según su trabajo cotidiano en el aula y su porcentaje de asistencia presencial a clase.

Palabras clave: Matemáticas, profesorado, datos, probabilidad, estadística, asistencia, correlación, nota

1. INTRODUCTION

La integración de la tecnología en las aulas ya no es un experimento puntual: se ha institucionalizado en políticas educativas y en la dotación de centros, y la investigación muestra que su uso escolar continuará siendo parte de la práctica educativa. No obstante, las revisiones y meta-análisis subrayan que la mera presencia de dispositivos o plataformas no garantiza mejoras automáticas en el aprendizaje; los efectos dependen fuertemente del tipo de tecnología, de la implementación pedagógica y del contexto socioeducativo [1, 2]. En cuanto al impacto sobre los resultados de aprendizaje, las síntesis disponibles indican efectos positivos modestos o variables: algunos meta-análisis encuentran ganancias pequeñas pero significativas en determinadas materias y con intervenciones bien diseñadas, mientras que otros documentan impacto nulo o heterogéneo cuando la tecnología se introduce sin acompañamiento pedagógico. Además, existen diferencias por asignatura, nivel educativo y por si la intervención es individualizada o colectiva, lo que obliga a evitar generalizaciones optimistas sobre “la tecnología” como solución única [1, 2]. Esto implica un papel central del profesorado: tras la aparición de internet, de las nuevas tecnologías, o de las inteligencias artificiales generativas, cabe preguntarse cuán relevante sigue siendo el papel del profesorado. Parece que la evidencia muestra que los docentes no sobran, sino que cambian de funciones. Estudios y revisiones sobre competencias y roles docentes subrayan la importancia de la competencia digital pedagógica -no sólo el manejo técnico- y de la capacidad para diseñar tareas, evaluar procesos y mediar interacciones mediadas por tecnología. La actitud, la formación continua y el apoyo institucional son variables críticas para que la tecnología mejore resultados y no se convierta en mera adopción tecnológica [3, 4]. La alfabetización en datos es una competencia cada vez más necesaria y demandada, también entre el profesorado de matemáticas de Educación Infantil y de Educación Primaria, por su importancia en el uso ético de los datos, la toma de decisiones o la lucha contra la desinformación. La inteligencia artificial supone una revolución en todos los ámbitos, constituirá un impulso enorme hacia la transformación en todos los sectores, incluido el educativo [5].

*aliciamg@ubu.es; www.ubu.es/gid-en-educacion-matematica-gidemat

De hecho, la formación continua de los docentes es un factor clave para mantener el pulso a las innovaciones, como analiza otro trabajo [6]. En un estudio previo del efecto de la asistencia a clase de estudiantes de Matemática Empresarial se observó la existencia de influencia significativa y positiva sobre el rendimiento académico [7].

2. METODO

2.1 Objetivo del estudio

El estudio consiste en una comparación entre las notas de grupos con distintos niveles de asistencia y trabajo autónomo. Queremos saber si la asistencia a clase ayuda al alumnado universitario a adquirir las competencias que se evalúan en una asignatura de matemáticas. Partimos de la hipótesis de que, aunque todo el alumnado dispone de todo el material y recursos desde el inicio de curso en la plataforma digital de la asignatura, aquel alumnado que asiste a clase y realiza las tareas de modo activo, acaba obteniendo mejores calificaciones en primera convocatoria que aquellos que se lo preparan autónomamente en casa usando los mismos recursos. Es importante resaltar que el resultado de la investigación no es evidente puesto que cada estudiante parte de un conocimiento diferente en términos de probabilidad, estadística y manejo de software estadístico pero que todos ellos disponen de los mismos materiales y medio técnicos y se les evalúa del mismo modo.

2.2 Población de estudio y contexto

El estudio registra la asistencia y realización de tareas de tres grupos de alumnado de “Fundamentos del azar y la información y estrategias didácticas”. La asignatura “Fundamentos del azar y la información y estrategias didácticas” se imparte en el del Grado en Maestro de Educación Primaria y en el Grado de Maestro en Educación Infantil, de la Universidad de Burgos. Se trata de una asignatura obligatoria dentro de la formación en didáctica de la matemática de ambos grados. En nuestro estudio contaremos con dos grupos de esta asignatura del Grado en Maestro de Educación Primaria (2 grupos llamados P1 y P2) y otro grupo en el Grado de Maestro en Educación Infantil (1 grupo llamado I1). El tamaño de los grupos es de 37, 49 y 21 estudiantes respectivamente. Todos los estudiantes reciben el mismo material didáctico impartido bajo la misma temporalización, disponen de similares medios tecnológicos, se aplica similar metodología y son evaluados de la misma forma. Para aprobar la asignatura es necesaria la adquisición de competencias en resolución de problemas, uso de herramientas tecnológicas, organización en interpretación de la información y razonamiento crítico. La asignatura “Fundamentos del azar y la información y estrategias didácticas” centra, por tanto, sus contenidos en tres patas: Estadística, probabilidad y el manejo de software tipo Excel. La asistencia a clase no es obligatoria a excepción de la asistencia a las pruebas de evaluación, que, aunque no son obligatorias, si no se asiste a las mismas, se obtiene una calificación de cero.

2.3 Instrumentos de evaluación de la asignatura

La asignatura consta de varios instrumentos de evaluación en primera convocatoria. En concreto se tienen cuatro instrumentos que llamaremos: Actividad 1, Microsoft Excel, Actividad 2 y convocatoria 1 (ACT1, EXCEL, ACT2 y CONV1).

- Actividad 1 (ACT1): Se trata de la primera prueba escrita de la asignatura. Es una prueba escrita que se realiza presencialmente en clase, de manera individual con algunas preguntas cortas y resolución de problemas de estadística del tipo de los realizados en clase y del tipo de los solicitados para realizar como tarea individual en casa.
- Microsoft Excel (EXCEL): Es una prueba que se realiza con el ordenador usando el programa Excel. Se trata de una prueba individual que tiene lugar en el aula y en la que se pueden utilizar los ordenadores del aula o el ordenador personal del alumno o alumna. No pueden salir del documento Excel durante todo el tiempo que dure la prueba y el único momento en el que se permite acceso a internet es cuando han terminado la prueba y proceden a enviarla a través de la plataforma virtual de la asignatura. En esta prueba se pide que se resuelvan

pequeñas cuestiones usando un archivo Excel enviado al alumnado. Para evitar que se copie entre el alumnado, se envían archivos similares a cada estudiante, pero cambiando los datos de estos.

- Actividad 2 (ACT2): Se trata de la segunda prueba escrita de la asignatura. Es una prueba escrita que se realiza presencialmente en clase, de manera individual con algunas preguntas cortas y resolución de problemas de probabilidad del tipo de los realizados en clase y del tipo de los solicitados para realizar como tarea individual en casa.
- Convocatoria 1 (CONV1): Se trata de la tercera prueba escrita de la asignatura. Es una prueba escrita que se realiza presencialmente en clase, de manera individual con algunas preguntas cortas y resolución de problemas de estadística y de probabilidad del tipo de los realizados en clase y del tipo de los solicitados para realizar como tarea individual en casa o del tipo de los realizados en las pruebas escritas ACT1 y ACT2.

Los instrumentos de evaluación anteriores tienen los siguientes pesos en la evaluación del alumnado de primera convocatoria:

- ACT1: Prueba de estadística 10%.
No es necesario tener una calificación mínima para aprobar la asignatura.
- EXCEL: Prueba de uso de Excel 20%.
No es necesario tener una calificación mínima para aprobar la asignatura.
- ACT2: Prueba de probabilidad 15%.
No es necesario tener una calificación mínima para aprobar la asignatura.
- CONV1: Prueba final que engloba examen práctico 35% y cuestiones e interpretación de resultados 20%.
Es necesario tener una calificación mínima de 4,5 para aprobar la asignatura.

El estudiante tiene una calificación de la asignatura en la primera convocatoria que será la suma de los cuatro instrumentos ACT1, ACT2, EXCEL y CONV1 siempre y cuando se cumpla que la calificación en CONV1 sea igual o superior a 4,5. En caso de que el estudiante no alcance esta calificación en la CONV1, el estudiante suspenderá la asignatura y su nota será la suma de las cuatro calificaciones excepto si ésta suma 5 o más, en ese supuesto el estudiante pasaría a tener la calificación de 4,9 en la nota de la asignatura de primera convocatoria.

La Tabla 1 pasa a resumir los cuatro instrumentos de evaluación y sus pesos en la calificación final de la asignatura para todos los grupos de estudiantes.

Tabla 1. Resumen de los instrumentos de evaluación de la asignatura “Fundamentos del azar y la información y estrategias didácticas” y sus pesos.

Instrumento	Descripción	Evaluación
ACT1	Prueba escrita 1 de estadística	10%
ACT2	Prueba escrita 2 de probabilidad	15%
Microsoft Excel (EXCEL)	Prueba de manejo de la base de datos sobre el ordenador	20%
CONV1	Prueba escrita final de estadística y probabilidad	55% mínimo 4,5 sobre 10 para aprobar

2.4 Registro de la asistencia

La asistencia no es obligatoria ni evaluable pero el profesorado la registra en una hoja de una base de datos (Excel). Antes de los tres primeros instrumentos de evaluación de la primera convocatoria, se asigna a cada estudiante una etiqueta (“0”, “1” o “2”) dependiendo de lo observado y registrado por el docente en el aula. Al tratarse de diferente profesorado que genera etiquetas en cada grupo, sea acuerda proceder de la siguiente manera para etiquetar al alumnado de la manera más aséptica y objetiva posible:

- 0- No acude asiduamente a clase y/o no realiza las tareas (asiste menos del 50% de los días y en consecuencia, realiza menos del 50% de las tareas, al menos, en el momento en que se han pedido);
- 1- Asiste a clase pero realiza las tareas menos del 50% de las veces;
- 2- Asiste y realiza las tareas más del 50% de las veces.

3. RESULTADOS

Se analiza la posible correlación entre la etiqueta del estudiante en relación con su trabajo diario realizado y su nota en cada uno de los tres primeros instrumentos. Para CONV1 se asigna como etiqueta la media de las obtenidas anteriormente como promedio del trabajo del estudiante a lo largo de las distintas fases de la asignatura. Se ha medido la consistencia interna del instrumento a partir del Alfa de Cronbach que arroja un valor de fiabilidad de 0,963 considerado muy alto.

Los datos obtenidos parecen justificar la existencia de una relación lineal directa que se repite en las cuatro pruebas entre la asistencia/trabajo autónomo en casa y calificaciones en cada prueba, como se puede observar en la Figura 1 (grupo P1), Figura 2 (grupo P2) y Figura 3 (grupo I1).

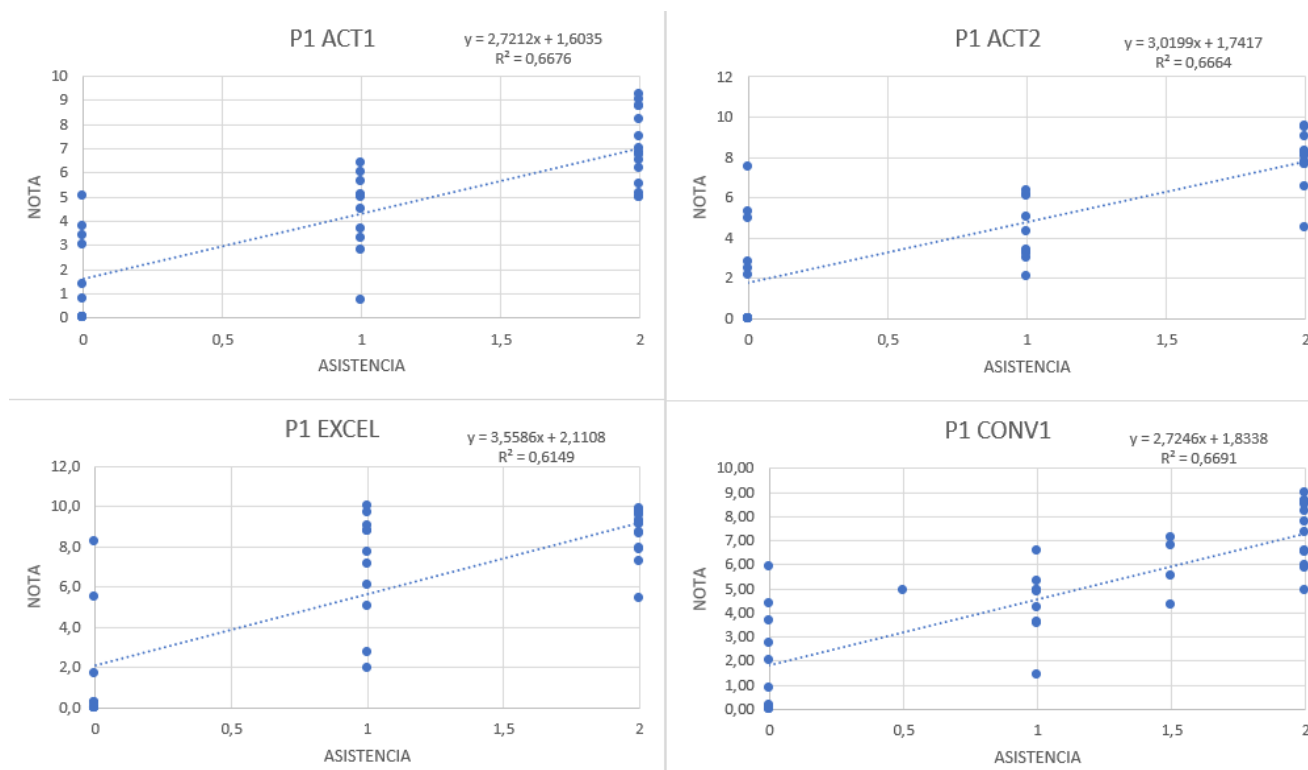


Figura 1. Relación entre las calificaciones obtenidas y el nivel de asistencia al aula para el grupo P1.

Las Figura 1, la Figura 2 y la Figura 3 muestran un punto representando la nota de cada estudiante. Los puntos sobre la vertical $x=0$ son los estudiantes que no asistieron a clase y/o no realizaron las tareas y por tanto fueron etiquetados por el profesorado como “0”. Estos estudiantes tuvieron notas más bajas en todas las pruebas que los etiquetados como “1”.

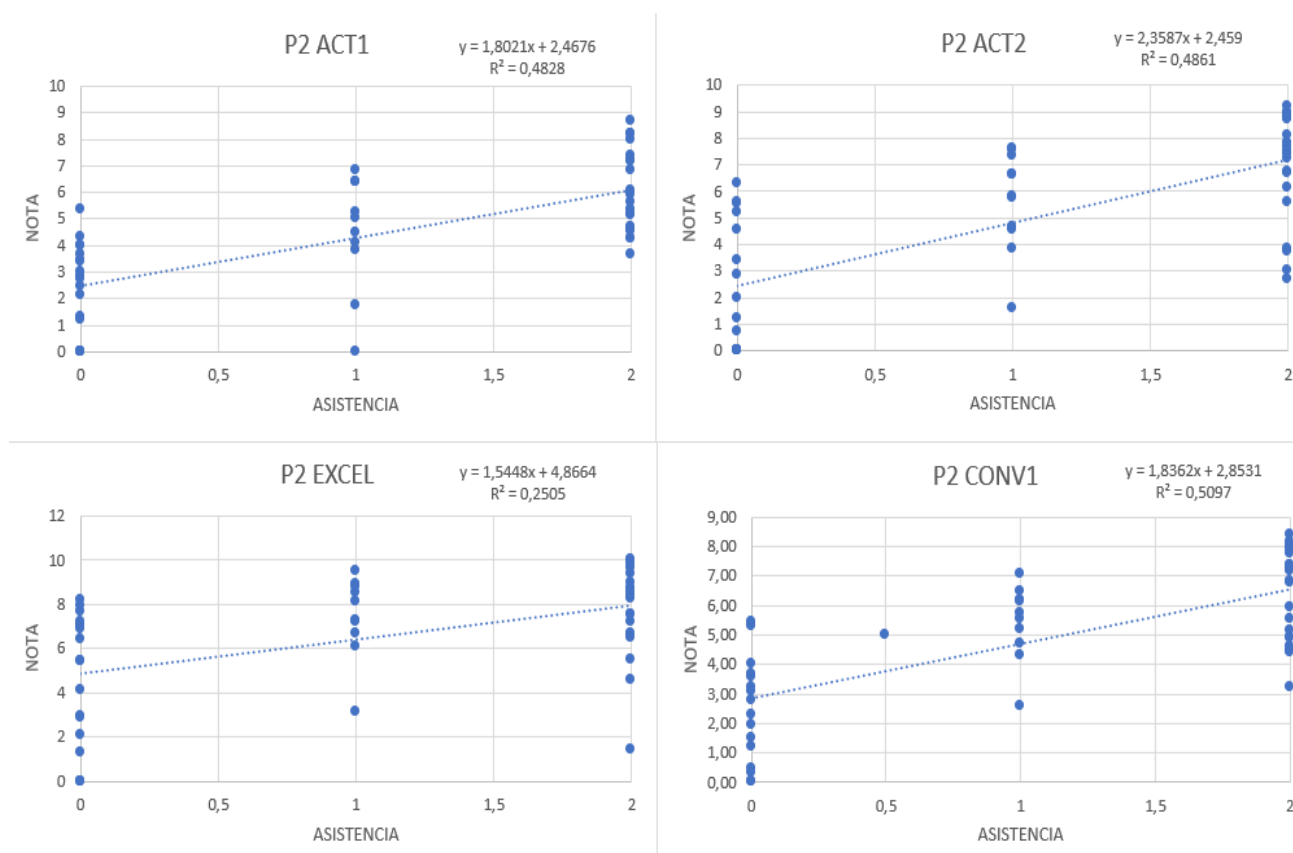


Figura 2. Relación entre las calificaciones obtenidas y el nivel de asistencia al aula para el grupo P2.

Los etiquetados como “1” asistieron a veces a clase y a veces realizaban las tareas (ver metodología) de modo que en todos los instrumentos de evaluación tuvieron mejores calificaciones que los que fueron etiquetados como “0” pero peores calificaciones que los etiquetados como “2”. El estudiante etiquetado como “2” es aquel que aparece en las gráficas con puntos sobre la vertical $x=2$. En raras ocasiones obtienen notas inferiores a 5 y son básicamente los estudiantes que obtienen los sobresalientes y notables. Como la prueba ACT1 y EXCEL se realizan con pocos días de diferencia, se toma la misma etiqueta para cada estudiante: aquel estudiante que el profesorado determinó como “0” (no asiste básicamente) para la prueba CONV1, seguirá teniendo esta misma etiqueta para la prueba EXCEL.

Algunos estudiantes cambian su dinámica de trabajo durante el curso, algunos de los que no realizaban tareas, comienzan a hacerlo y viceversa. Por ello es necesario volver a etiquetar al alumnado antes de la prueba de probabilidad ACT2. Para el instrumento CONV1, en vez de etiquetar al alumnado por observación directa, se realiza una media de las etiquetas obtenidas anteriormente. El motivo es que el instrumento de evaluación CONV1 se realiza unas semanas después de terminar las clases presenciales. Por ello, en las gráficas de CONV1 de la Figura 1, Figura 2 y Figura 3, se tienen 5 posibles etiquetas: “0”, “0,5”, “1”, “1,5” y “2”.

Del análisis se tiene que quienes acuden con frecuencia y realizan las tareas: obtienen mejores notas. De hecho, apenas hay estudiantes suspensos etiquetados previamente como “2” independientemente del grupo y la prueba analizados. Por contra, es muy difícil tener algún aprobado entre el alumnado etiquetado como “0”. Para cada caso, se tiene una recta de regresión con pendiente positiva entre el etiquetado y las notas de los estudiantes. Incluso tomando el modelo más sencillo de correlación (el modelo lineal) ya el estudio arroja coeficientes de correlación siempre positivos desde 0,5 a 0,842. Los coeficientes de determinación R^2 varían entre 0,6149 y 0,2505 en P1, entre 0,2505 y 0,5097 en P2, y entre 0,534 y 0,7091 en I1. Las rectas de regression pueden verse en cada gráfico y son muy similares entre pruebas, especialmente entre las pruebas escritas.

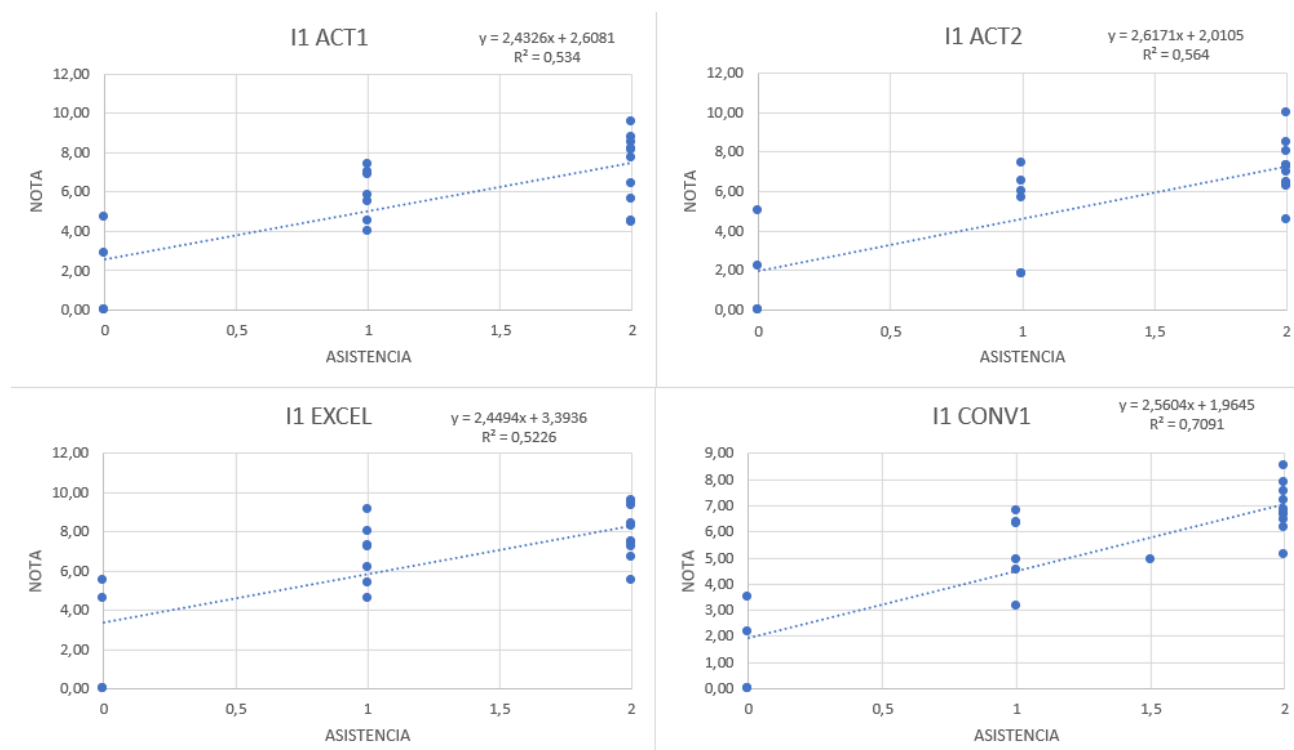


Figura 3. Relación entre las calificaciones obtenidas y el nivel de asistencia al aula para el grupo I1.

4. DISCUSION Y CONCLUSIONES

En este trabajo se analiza la relación entre la asistencia a clase, la realización de tareas y el rendimiento académico en una asignatura del Grado en Maestro/a, planteando la cuestión de si la digitalización y el acceso autónomo a materiales reducen la necesidad de la mediación docente. Todos los estudiantes de la asignatura “Fundamentos del azar y la información y estrategias didácticas” disponían de los mismos recursos educativos. Estos recursos son tales como presentaciones de Power Point, hojas de prácticas y hojas de problemas. La metodología seguida en esta asignatura tiene un carácter de vocación social, que impulsa la formación de estudiantes conscientes, comprometidos y preparados para contribuir de manera significativa a la transformación de su entorno. El estudio se basa en una muestra de 107 estudiantes distribuidos en tres grupos. Se asignan etiquetas ordinales (0-2) que reflejan la asistencia y participación, y se analizan las calificaciones de cuatro pruebas. El diseño permite explorar la relación entre implicación y rendimiento.

Básicamente solo fueron capaces de aprobar la asignatura quienes asistieron a clase y realizaron las tareas (no evaluables) que se pedían. La tendencia es la misma para los grupos del Grado de Maestros en Educación Primaria y para el de Grado de Maestro en Educación Infantil. La correlación entre asistencia/tareas y calificación es clara y además presenta repetitividad entre los grupos y las pruebas.

El uso de la tecnología fue clave en el desarrollo de la asignatura, por ejemplo, para hacer llegar los materiales de estudio al alumnado, para plantear y responder dudas a través de foros, para usar programas informáticos como bases de datos etc. Pero tras el análisis, se concluye que el profesorado no parece fácilmente sustituible cuando hablamos de adquirir las competencias de resolución de problemas de probabilidad y/o de estadística en la universidad. El trabajo del profesorado como guía y mentor del alumnado resultó fundamental para alcanzar los objetivos de la asignatura e incluso obtener muy altas calificaciones. Un análisis inicial invita a pensar que es posible crear un modelo matemático para predecir la calificación que obtendrá un estudiante según su trabajo previo en el aula. De hecho, este estudio plantea la posibilidad de establecer un modelo predictivo. Este trabajo realiza una predicción sencilla e inicial obtenida a partir de una regresión lineal que permite cierta estimación de la nota de cada prueba en función de la asistencia/realización de tareas previa.

Las implicaciones pedagógicas de este estudio son significativas, pues ponen de manifiesto la importancia del acompañamiento docente y de la participación activa del alumnado en el proceso de aprendizaje. Aunque la digitalización y el acceso a materiales en línea facilitan la autonomía del estudiante, los resultados muestran que la mediación del profesorado sigue siendo esencial para el desarrollo de competencias complejas, como las relacionadas con la resolución de problemas de probabilidad y estadística. La asistencia a clase y la realización de tareas no evaluables favorecen no solo la comprensión de los contenidos, sino también la creación de un entorno de aprendizaje colaborativo y significativo, coherente con la vocación social de la asignatura. Desde una perspectiva pedagógica, estos hallazgos refuerzan la necesidad de metodologías activas y presenciales que integren la tecnología como apoyo, pero sin desplazar el rol formativo del docente.

No obstante, el estudio presenta ciertas limitaciones que deben considerarse antes de generalizar sus conclusiones. En primer lugar, la muestra se restringe a una única asignatura y a un número limitado de estudiantes, lo que reduce la posibilidad de extrapolar los resultados a otros contextos o disciplinas. Además, la relación entre asistencia, realización de tareas y rendimiento académico puede estar influida por variables no controladas, como la motivación intrínseca, la gestión del tiempo o las condiciones personales del alumnado. Por otra parte, aunque se plantea la viabilidad de un modelo predictivo del rendimiento, este requeriría validarse mediante un diseño longitudinal y con herramientas estadísticas más robustas. En síntesis, el estudio evidencia el valor del compromiso presencial y del rol docente en entornos digitalizados, pero invita a seguir investigando sobre cómo equilibrar autonomía y acompañamiento en la educación universitaria.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo se enmarca dentro del proyecto FCT-23-19398 de la convocatoria de ayudas para el fomento de la cultura científica, tecnológica y de la innovación, Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), así como de la ayuda del Vicerrectorado de Investigación, Transferencia e Innovación al grupo de investigación reconocido “Laboratorio de Matemáticas de la Universidad de Burgos” para el año 2025 con clave Y208.GI.

REFERENCIAS

- 1) Chauhan, S. A meta-analysis of the impact of technology on learning effectiveness of elementary students. *Computers & Education* (105) 14-30 (2017).
- 2) Di Pietro, G., y Castaño Muñoz, J. A meta-analysis on the effect of technology on the achievement of less advantage students. *Computers & Education* (226) (2025).
- 3) González-Medina, I., Pérez-Navío, E. y Gavín Chocano, O. Análisis de la competencia digital en profesores de educación primaria en relación con los factores de género, edad y experiencia. *Revista de Medios y Educación* (71) (2024).

- 4) Grammens, M., Voet, M., Vanderlinde, R., Declecq, L. y De Wever, B A systematic review of teacher roles and competences for teaching synchronously online through videoconferencing technology. *Educational Research Review* (37) 100461 (2022).
- 5) Rama, C. Nueva fase educativa digital con inteligencia artificial. *Perfiles Educativos*, vol. XLV, número especial, 9-23 (2023).
- 6) Martínez-González, A y Santamaría-Herrera, A. *Revista interuniversitaria de formación del profesorado*, vol. 98, número 37.2 (2023).
- 7) Fedriani Martel, E.M. y Romano Paguillo, I. Influencia de la asistencia a clases de Matemática Empresarial sobre el rendimiento académico. *XXII Jornadas ASEPUMA - X Encuentro Internacional Anales de ASEPUMA*, nº 22: 1112 (2014).

Aprendizaje-Servicio en la formación inicial de profesorado de Educación Primaria. Educación para la transformación ecosocial

Cristina Fernández-Rodríguez*[0000-0001-6255-893X], Cristina Carranza Rodríguez[0000-0002-2768-0072], Cristina Ruano Rodríguez[0000-0002-0804-5524], Santiago Sánchez-Sosa[0000-0002-7211-8003], Antonio Cilleros Conde
Departamento de Didácticas Específicas, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Juan de Quesada, 30, 35001, Las Palmas de Gran Canaria

ABSTRACT

El presente trabajo analiza el impacto de la metodología Aprendizaje-Servicio (ApS) como estrategia para promover la Educación para la Sostenibilidad Ambiental (ESA) en la formación inicial de profesorado de Educación Primaria (EP). El proyecto, implementado en la asignatura Didáctica de la Física, la Química y la Educación Ambiental del Grado en EP de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) consistió en el diseño y desarrollo de una Feria Educativa por la Sostenibilidad Ambiental, organizada por estudiantes universitarios para alumnado y profesorado de centros educativos de EP. La investigación, de carácter cuantitativo y descriptivo, se basó en la aplicación de un cuestionario con preguntas tipo Likert y preguntas abiertas, con el objetivo de valorar la planificación y organización, la orientación docente y recursos facilitados, la metodología empleada y el impacto formativo de la experiencia en los estudiantes universitarios.

Los resultados muestran una valoración global positiva del proyecto (media general = 4,59/5), destacando la pertinencia del ApS como enfoque metodológico en la formación de docentes de EP. Las dimensiones mejor puntuadas fueron metodología (4,78) y orientación (4,53), lo que evidencia la importancia del acompañamiento reflexivo y del trabajo colaborativo en el aprendizaje. Asimismo, el alumnado manifestó un notable incremento en la percepción de la competencia en ESA como competencia profesional clave.

El estudio concluye que el ApS favorece la integración de aprendizajes científicos, valores ecosociales y prácticas docentes reales, consolidándose como una metodología transformadora que impulsa la profesionalización, la conciencia crítica y la acción ecosocial en coherencia con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS).

Keywords: Aprendizaje-Servicio; Educación para la Sostenibilidad Ambiental; formación inicial del profesorado; aprendizaje transformador; ODS.

1. INTRODUCCIÓN

En las últimas décadas, la educación superior ha sido llamada a desempeñar un papel transformador frente a los desafíos ambientales, sociales y económicos que enfrenta la humanidad, a través de la integración de los principios de sostenibilidad y desarrollo sostenible en los planes de estudio [1,2].

Las instituciones de educación superior (IES) son consideradas actores clave en la promoción del desarrollo sostenible. Su misión no se limita a la formación de profesionales, sino que también implica incorporar la sostenibilidad en sus prácticas operativas, planes de estudio e interacciones con la comunidad. Los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de las Naciones Unidas, en particular el ODS 4 (Educación de Calidad) y el ODS 13 (Acción por el Clima), subrayan la necesidad de dicha integración. Diversas revisiones recientes destacan el papel de las IES en la oferta de oportunidades tanto formales (docencia e investigación) como informales (eventos, divulgación y prácticas institucionales) para sensibilizar a los estudiantes y demás partes interesadas sobre los problemas ambientales [3].

En el contexto de la formación universitaria del profesorado de EP la educación ecosocial adquiere especial relevancia, no solo por la necesidad de empoderar al estudiantado para reflexionar críticamente, actuar y contribuir a la construcción de un mundo más justo y sostenible [4,2], sino también por la necesidad de formar profesionales de la educación capaces

de abordar los retos de la educación en el actual paradigma educativo, donde los docentes son agentes clave en promover la conciencia ecosocial entre su alumnado (reconocimiento de la interdependencia entre los seres humanos, la naturaleza y los sistemas sociales), facilitar el conocimiento de la crisis ambiental (cambio climático, pérdida de biodiversidad, límites planetarios, etc.), promover la actitud de responsabilidad individual y colectiva frente a dichos retos, así como en desarrollar competencias que capaciten a los ciudadanos para actuar de forma sostenible, crítica, solidaria y éticamente frente a dichos desafíos; pensamiento crítico, capacidad de reflexión, compromiso ético, adopción de hábitos sostenibles, cooperación y justicia ambiental [5,6].

Sin embargo, en España los planes de estudio que habilitan para la profesión de docente de EP—aun tras las reformas del EEES y la LOMLOE— presentan limitaciones estructurales, epistemológicas y organizativas que dificultan la plena incorporación de estas competencias [7]. Superar estas limitaciones exige una reorientación curricular y pedagógica profunda, basada en los siguientes principios:

1. Transversalidad ecosocial real: integrar la sostenibilidad en todas las materias y competencias, no solo en optativas o módulos aislados.
2. ApS como eje metodológico: vincular formación académica y acción comunitaria en torno a retos ecosociales.
3. Formación docente universitaria en sostenibilidad, pensamiento sistémico y pedagogías transformadoras.
4. Interdisciplinariedad curricular: diseñar asignaturas o proyectos curriculares conjuntos.
5. Evaluación formativa y participativa: incluir actitudes, valores y acciones ecosociales en la evaluación del alumnado.
6. Vínculo universidad-escuela-comunidad: promover redes ecosociales de aprendizaje interinstitucional.

En el marco metodológico, el ApS se ha consolidado como una estrategia eficaz para vincular el aprendizaje académico con la resolución de problemas reales y la participación comunitaria [8-11]. Éste implica la participación del estudiantado en experiencias comunitarias estructuradas y conectadas con los objetivos curriculares, promoviendo no solo la comprensión académica, sino también la responsabilidad cívica, el desarrollo personal y el compromiso social [12]. En el ámbito de la formación inicial del profesorado, ofrece contextos auténticos donde el estudiantado puede explorar problemáticas socioambientales complejas, colaborar con comunidades locales y desarrollar competencias críticas como el pensamiento sistémico, la empatía y el razonamiento ético [13,14]. La participación en proyectos ApS orientados a la ESA representa una oportunidad para vivenciar aprendizajes activos, reflexivos y transformadores [15,16].

En los programas de formación del profesorado, las experiencias ApS suelen implicar la colaboración de los estudiantes con centros educativos, ONG u organizaciones comunitarias, en el diseño e implementación de proyectos educativos que respondan a necesidades sociales o ambientales reales [17]. Estas experiencias vinculan los contenidos académicos con las competencias profesionales —como la planificación didáctica, el trabajo en equipo, la comunicación o la gestión del aula— y promueven la empatía, la inclusión y la responsabilidad cívica [18,19].

Sin embargo, pese a su potencial, la evaluación de las experiencias ApS en ESA continúa siendo un desafío, dado que los resultados trascienden las métricas académicas tradicionales y abarcan dimensiones actitudinales, éticas y comunitarias [20,21].

Entre las experiencias ApS, las ferias educativas enfocadas en la sostenibilidad ambiental representan un modelo dinámico que combina la investigación académica, la participación estudiantil y la vinculación con la comunidad educativa [22]. A través de una feria educativa, los estudiantes participan en la co-creación del conocimiento: diseñan exhibiciones, presentan investigaciones y facilitan talleres que cumplen funciones tanto educativas como ambientales. Este proceso recíproco les permite aplicar conceptos teóricos de sostenibilidad al tiempo que ofrecen contribuciones tangibles a la comunidad local [23]. Asimismo, el marco del ApS potencia el desarrollo de competencias clave para la ESA, como el pensamiento sistémico, la competencia anticipatoria y la colaboración [24]. Al vincular la teoría con la práctica, la feria se convierte en un laboratorio de educación transformadora que cultiva la agencia y la alfabetización ecológica.

El presente estudio tiene como propósito diseñar, desarrollar y evaluar el impacto de un proyecto ApS basado en la realización de una Feria Educativa por la Sostenibilidad Ambiental en la formación inicial de profesorado de EP destinada a alumnado y profesorado de centros educativos de EP. En concreto, se analiza, los resultados a través de un cuestionario de percepción realizado por el estudiantado universitario participante. A través del análisis de los datos cuantitativos, cualitativos y de las dimensiones analíticas del proyecto, este trabajo busca contribuir a una comprensión más profunda de cómo el ApS puede favorecer de manera efectiva la formación en ESA en los planes de estudio de Grado en EP.

. Como objetivos específicos, se plantea:

- Objetivo Específico 1 (OE1): diseñar y desarrollar un proyecto basado en la metodología ApS en el ámbito de la formación inicial de profesorado de EP.
- Objetivo Específico 2 (OE2): evaluar la intervención, a partir de la percepción del estudiantado universitario participante.

2. METODOLOGÍA

El proyecto educativo se llevó a cabo en el marco de la asignatura Didáctica de la Física, la Química y la Educación Ambiental, materia de carácter obligatorio de 4º curso del Grado en EP de la Universidad de las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

2.1 Diseño de la intervención

El desarrollo de la intervención abarcó un total de 18 horas presenciales, lo que supuso el total de las horas dedicadas al bloque de educación ambiental de la asignatura. Se desarrolló un proyecto ApS en la modalidad receptiva ya que era la primera vez que realizaban este tipo de proyecto. Para la organización y desarrollo de este se han seguido las etapas propuestas por la Red Española Aprendizaje-Servicio [25].

- *Etapas 1 – Preparación del proyecto*

Fase 1. Esbozo de la idea

En esta primera etapa, se identificó una necesidad social detectada relacionada con la falta de una ESA adecuada al marco de la LOMLOE. A partir del análisis del currículo y de las problemáticas medioambientales locales, el profesorado universitario propone la creación de una feria educativa por la sostenibilidad ambiental como espacio de aprendizaje, reflexión y acción y la creación de materiales para donarlos a los centros educativos participantes. El profesorado universitario guía este proceso inicial a través de cuatro sesiones de clase (8 horas) sobre los fundamentos de la ESA y de la educación para el desarrollo sostenible (EDS), las principales problemáticas medioambientales locales y globales a través del conocimiento de sus causas, consecuencias, soluciones y los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). De este modo, se gestó una idea clara: diseñar actividades educativas orientadas a promover la conciencia ecosocial de estudiantes y profesorado de centros educativos de EP.

Fase 2. Relación con entidades sociales

Una vez definida la idea, se estableció contacto con tres centros educativos de EP, de los cuales solo dos mostraron interés en participar. La coordinación entre universidad y escuela permitió ajustar los contenidos de los talleres y definir la población participante (alumnado de 4º y 5º curso de EP). Esta alianza universidad-escuela representó un eje esencial del ApS, pues favoreció la cooperación interinstitucional y aseguró que la feria respondiera a una necesidad real del entorno educativo, promoviendo así una auténtica experiencia ApS. Con respecto al perfil socioeconómico y cultural de los centros, ambos se enmarcan en el nivel medio-bajo y se ubican en la ciudad de las Palmas de Gran Canaria (España).

Fase 3. Planificación del proyecto

En esta fase, el estudiantado universitario organizó la estructura general del proyecto, distribuyéndose cada grupo-clase (participaron 3) en diez grupos de trabajo encargados de diseñar y preparar los talleres de la feria y el material que será donado. Se permitió que el estudiantado eligiese el tema que más le interesaba de los cinco propuestos, sorteándose aquellos talleres en los que había más de dos grupos interesados. Se organizó de tal forma que dos grupos en cada clase

realizarían el taller de la misma temática, ya que los talleres se organizaron para la participación de centros de primaria de dos clases de 25 estudiantes por nivel. Las temáticas de los talleres fueron:

- 1) Problemáticas medioambientales relacionadas con el agua, aire y suelo, en especial en Canarias
- 2) Problemáticas medioambientales relacionadas con la biodiversidad en Canarias
- 3) Cambio climático: causas, consecuencias, impactos en Canarias y medidas de mitigación y adaptación.
- 4) ODS. Importancia del desarrollo sostenible. Motivación a la participación por el presente y el futuro del planeta.
- 5) Consumo y alimentación sostenible y responsable.

Posteriormente, se les explicó cómo se les iba a evaluar y calificar. La fuente de evaluación fue la memoria que incluía una ficha didáctica sobre el taller, así como cuestionarios de autoevaluación, coevaluación y valoración del proyecto. Finalmente, se presentó el calendario de implementación. Esta fase consolidó la dimensión pedagógica y organizativa del proyecto.

- *Etapas 2-Realización*

Fase 4. Preparación con el grupo

Durante esta etapa, el estudiantado universitario profundizó en la investigación del problema que iba a abordar y en la planificación colaborativa de los talleres. Se fomentó la reflexión sobre las propias fortalezas y áreas de mejora, impulsando la autonomía y el compromiso individual dentro del trabajo grupal. Para la preparación del recurso educativo dispusieron de tres sesiones de clase presencial (6 horas). La mayoría de los materiales para la preparación fueron aportados por la universidad.

El acompañamiento docente se centró en garantizar la coherencia entre los objetivos de aprendizaje y los objetivos del servicio, así como en orientar la construcción de materiales didácticos atractivos, sostenibles y duraderos. Se facilitó un documento que incluía información científica sobre las problemáticas medioambientales adaptada al nivel de comprensión de los estudiantes universitarios del Grado en Educación Primaria. Esta fase culminó con la presentación interna de los talleres ante los compañeros, como instancia de ensayo y retroalimentación que ocupó una sesión de clase de 2 horas.

Fase 5. Ejecución con el grupo

Las ferias educativas se celebraron en una última sesión del proyecto con 2 horas de duración en cada grupo. Durante esta jornada, los estudiantes universitarios asumieron el rol de educadores ambientales, aplicando estrategias de aprendizaje activo y comunicación científica adaptadas al nivel de los participantes. Se promovió la empatía, la cooperación y la responsabilidad tanto en la gestión del evento como en la interacción con los destinatarios.

El alumnado de primaria participante se dividió en cinco grupos cada clase e iban rotando cada 15 minutos por cinco talleres de las temáticas detalladas en la fase 3. En la Figura 1 se muestran imágenes de alguno de los momentos de los talleres, así como de algunos de los materiales creados por los estudiantes universitarios.



Figura 1. Imágenes de dos de los talleres, así como de alguno de los materiales creados por los estudiantes de Grado en EP de la ULP GC.

Fase 6. Cierre con el grupo

Posteriormente, cada grupo elaboró una memoria técnica y reflexiva donde documentó la experiencia vivida, analizó los logros obtenidos, las dificultades encontradas y los aprendizajes adquiridos.

Esta fase tuvo un fuerte componente metacognitivo: permitió al alumnado reconstruir su proceso de aprendizaje, conectar teoría y práctica, y reconocer el valor educativo y social del proyecto. La reflexión colectiva también sirvió para identificar propuestas de mejora y posibles líneas de continuidad de la feria en años posteriores. El plazo para las entregas de la memoria se estableció en una semana lectiva después de finalizado el proyecto.

Los materiales elaborados se donarán al centro escolar, prolongando el impacto del servicio más allá del evento.

- *Etapas 3-Evaluación*

Fase 7. Entrega de memoria y evaluación multifocal

Finalmente, se realizó la evaluación multifocal, que abarcó tres dimensiones: evaluación del aprendizaje (competencias didácticas, rigor científico y creatividad pedagógica), evaluación del servicio (valoración del impacto en los destinatarios y pertinencia social del proyecto), evaluación personal y grupal (autoevaluación, coevaluación y valoración del proyecto). La entrega de la memoria por parte de cada uno de los estudiantes universitarios y su revisión por parte del profesorado cerraron el ciclo del proyecto. El proyecto contribuyó con el 30% de la calificación final de la asignatura.

A continuación, se detalla el sistema de calificación del proyecto:

Memoria

1) Ficha del taller (70% de la calificación del proyecto) (actividad en grupo)

Indicadores para su calificación:

- Rigor en la justificación de la importancia de la temática del taller, de la ESA y de la metodología ApS (máx. 3 puntos)
- Fundamentación curricular del taller según el currículo LOMLOE de EP del Gobierno de Canarias (máx. 1 punto)
- Descripción de la actividad (taller incluyendo la valoración del impacto del taller en el alumnado de EP participante) (máx. 2 puntos)
- Calidad de los materiales creados (máx. 1 punto)
- Calidad de la bibliografía y formato APA 7ª edición (máx. 1 punto)
- Anexos (completo) incluyendo fotos de los materiales creados y del desarrollo del proyecto (máx. 1 punto)
- Expresión escrita y calidad del documento (máx. 1 punto)

2) Evaluaciones del proyecto (30% de la calificación del proyecto) (individual): valoración del taller (se puntúa si se entrega cumplimentada), heteroevaluación (participación en las sesiones presenciales del proyecto), autoevaluación (se puntúa si se entrega cumplimentada) y coevaluación de los compañeros del grupo (se puntúa si se entrega cumplimentada).

Indicadores

- Valoración del proyecto, autoevaluación y coevaluación (máx. 5 puntos)
- Participación (heteroevaluación de la docente) (máx. 5 puntos)

2.2 Diseño de investigación e instrumentos empleados

El presente estudio se enmarca en un diseño cuantitativo basado en la aplicación de un cuestionario elaborado *ad hoc*, cuyo propósito fue evaluar la innovación educativa basada en la aplicación de un proyecto de ApS en el contexto de la formación inicial del profesorado de EP. La selección de la muestra fue no probabilística e intencional, conformada inicialmente por 150 estudiantes del Grado en Educación Primaria de la ULPGC, matriculados en la asignatura Didáctica de la Física, la Química y la Educación Ambiental durante el curso académico 2024-2025. De este total, respondieron efectivamente 125 estudiantes, lo que constituye la muestra analizada.

El cuestionario incluyó 10 ítems cerrados con formato de escala Likert de cinco puntos (1 = “Totalmente en desacuerdo” y 5 = “Totalmente de acuerdo”). Este tipo de escalas, ampliamente aceptado en investigación educativa y social [26,27] se empleó para medir cuatro dimensiones previamente establecidas: Organización y planificación: esta categoría pretende evaluar la adecuación de la estructura, los tiempos y los plazos del proyecto; Orientación docente: las preguntas formuladas se centran en valorar la utilidad de las guías, materiales y apoyo proporcionado por el profesorado; Metodología de trabajo: pretende examinar la pertinencia del ApS, el trabajo en grupo y el equilibrio entre teoría y práctica; Impacto en la formación: mide la influencia del proyecto en la actitud hacia la ESA y en la propuesta de formación futura. Complementariamente a estas preguntas se añadieron tres cuestiones de respuesta abierta, con el objetivo de obtener información cualitativa y en detalle e interpretar mejor los resultados de los ítems cerrados. Las preguntas fueron sobre las fortalezas, las debilidades y las propuestas de mejora de la actividad. En la Tabla 1, se detalla el instrumento para la valoración de la intervención educativa.

La distribución de la muestra por sexo fue de 53 hombres y 97 mujeres, con edades comprendidas entre los 21 y 23 años. La aplicación del cuestionario se realizó en la fase de cierre del proyecto, momento en el que el alumnado ya había experimentado la metodología ApS.

Tabla 1. Instrumento para la valoración de la intervención educativa por parte del estudiantado universitario.

ID	Dimensiones y preguntas del cuestionario de valoración del proyecto
Organización y Planificación	
OP1	La organización ha sido adecuada
OP2	La temporización, teniendo en cuenta las horas destinadas a este bloque en la asignatura, ha sido correcta
OP3	El plazo para la entrega de la memoria ha sido adecuado
Orientación docente y recursos	
OR1	La guía del docente para la realización del proyecto y de la memoria han sido adecuados
OR2	Los materiales y recursos proporcionados por el/la docente han sido adecuados
Metodología	
MD1	Es necesario incluir más clases de preparación del taller y menos clases teóricas
MD2	El trabajo en grupo ha facilitado el aprendizaje
MD3	La metodología Aprendizaje-Servicio es muy adecuada en el Grado en Educación Primaria
Impacto en la formación	
IF1	El proyecto ha contribuido a mejorar mi actitud hacia la Educación en Sostenibilidad Ambiental
IF2	Es necesario ofertar una asignatura optativa sobre Educación para la Sostenibilidad en el plan de estudios del Grado en Educación Primaria
Análisis global	
Fortalezas de la intervención	
Debilidades de la intervención	
Propuestas de mejora	

2.3 Análisis estadístico

Para el análisis de los datos se empleó software estadístico IBM SPSS Statistics (versión 25), empleando análisis descriptivos de frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central.

3. RESULTADOS

Los resultados evidencian una valoración global muy positiva, con medias comprendidas entre 3,85 y 4,70 en una escala de 1 a 5, lo que indica una elevada satisfacción general y un amplio consenso sobre la pertinencia pedagógica del ApS en la formación docente. A continuación, en la Tabla 2, se presentan los resultados obtenidos en cada una de las preguntas cerradas del cuestionario de valoración del proyecto.

Tabla 2. Frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central en cada uno de los ítems de preguntas cerradas del cuestionario (N=125).

ID	Totalmente en desacuerdo (1)	Bastante en desacuerdo (2)	Algo de acuerdo (3)	Bastante de acuerdo (4)	Muy de acuerdo (5)	Media	± DS
OP1	0,8% (1)	4,0% (5)	7,9% (10)	34,9% (44)	52,4% (66)	4,34	0,85
OP2	0,8% (1)	10,3% (13)	23,0% (29)	34,9% (44)	31,0% (39)	3,85	1,00
OP3	0,8% (1)	4,8% (6)	6,4% (8)	21,6% (27)	66,4% (83)	4,48	0,87
OR1	0,8% (1)	0,0% (0)	14,4% (18)	36,8% (46)	48% (60)	4,31	0,77
OR1	4,0% (5)	2,4% (3)	11,1% (14)	34,1% (43)	48,4% (61)	4,21	1,01
MD1	0,8% (1)	1,6% (2)	11,9% (15)	27,0% (34)	58,7% (74)	4,41	0,82
MD2	0,8% (1)	1,6% (2)	4,0% (5)	24,6% (31)	69,0% (87)	4,60	0,72
MD3	0,0% (0)	1,6% (2)	4,8% (6)	15,2% (19)	78,4% (98)	4,70	0,63
IF1	1,6% (2)	0,0% (0)	4,0% (5)	25,4% (32)	69,0% (87)	4,62	0,64
IF2	1,6% (2)	7,1% (9)	22,2% (28)	29,4% (37)	39,7% (50)	3,98	1,03

Los datos muestran una satisfacción elevada con la organización y planificación del proyecto. El ítem OP1 alcanza una media de 4,34, lo que refleja que el 87% del alumnado consideró la organización como “bastante” o “muy adecuada”. Este resultado sugiere que la secuencia de fases, la estructura temporal y la gestión del proyecto fueron percibidas como claras y efectivas. El ítem OP3, con una media de 4,48, muestra una valoración incluso más positiva en relación con los plazos de entrega, lo que sugiere que el calendario facilitó un trabajo reflexivo y sin sobrecarga excesiva. Por el contrario, OP2 obtiene la media más baja del bloque (3,85) y la desviación más alta (1,00), lo que indica opiniones más diversas sobre la adecuación de la temporización. Algunos estudiantes percibieron que el tiempo destinado a la preparación del taller fue insuficiente, tal y como expresaron en las respuestas a las preguntas de debilidades del proyecto y cómo mejorarlo.

En conjunto, los resultados de este bloque reflejan una planificación sólida y funcional, aunque sería conveniente valorar un ajuste temporal más equilibrado entre sesiones teóricas, prácticas y de ejecución del proyecto.

Los resultados de los ítems de la dimensión orientación docente y recursos evidencian una percepción muy positiva sobre la orientación y los recursos ofrecidos por los docentes. El ítem OR1 presenta una media de 4,31, con un 85% del alumnado en los niveles de “bastante” o “muy de acuerdo”, lo que indica que las instrucciones y guías de trabajo fueron claras, útiles y coherentes con los objetivos del proyecto. En OR2, la media de 4,21 muestra también una valoración favorable, aunque con una desviación típica mayor (1,01), lo que sugiere cierta heterogeneidad en la percepción del acceso o suficiencia de los recursos. Aun así, los resultados apuntan a que la disponibilidad de materiales y la tutorización constante resultaron determinantes para el éxito del proyecto. Estos datos refuerzan el papel del docente como facilitador del aprendizaje experiencial, en línea con Fuentes-Rubio y Castillo-Paredes [29], quienes destacan la importancia del acompañamiento reflexivo en los procesos ApS.

El bloque metodología presenta las medias más altas de todo el cuestionario, lo que refleja la excelente valoración de la metodología ApS. El ítem MD3 alcanza una media sobresaliente de 4,70, con el 78,4% del alumnado totalmente de acuerdo, lo que evidencia un consenso casi unánime respecto a la idoneidad del ApS como enfoque formativo en la titulación. Le sigue MD2 (4,60), que destaca la relevancia del trabajo en grupo como elemento facilitador del aprendizaje y promotor de competencias transversales como la comunicación, la cooperación y la resolución de problemas.

Finalmente, MD1 (4,41) muestra que el alumnado valora especialmente las actividades prácticas y de aplicación sobre las clases teóricas, lo que sugiere una preferencia por enfoques activos, basados en la experiencia y la acción, rasgos característicos del ApS [10].

En cuanto al bloque destinado a medir el impacto de la actividad en la formación, el ítem IF1, con una media de 4,62, confirma que la gran mayoría considera que la experiencia ha mejorado su compromiso personal y profesional con la ESA, consolidando una visión positiva y proactiva hacia ésta. El ítem IF2, aunque con una media más baja (3,98) y mayor dispersión (1,03), refleja una tendencia favorable a incorporar una asignatura optativa específica sobre educación para la sostenibilidad en el plan de estudios. Esta diversidad de opiniones podría deberse a que algunos estudiantes consideran que los contenidos ambientales pueden integrarse transversalmente en distintas asignaturas, más que en una materia separada. Ambos resultados coinciden con los planteamientos de UNESCO, que recomiendan la inclusión explícita de la EDS en la formación inicial del profesorado [30].

Con el propósito de obtener una visión global de la valoración realizada por el estudiantado universitario participante en el proyecto “Feria Educativa por la Sostenibilidad Ambiental”, se agruparon los ítems cerrados del cuestionario en las cuatro dimensiones analíticas descritas en la metodología. La Tabla 3 muestra los porcentajes de respuesta en cada nivel de acuerdo (de 1 = totalmente en desacuerdo a 5 = muy de acuerdo), junto con los valores de media y desviación típica (DS) correspondientes a cada dimensión. Estos resultados permiten identificar el grado de consenso respecto a la planificación del proyecto, la calidad de la orientación docente, la pertinencia de la metodología empleada y el impacto formativo de la experiencia.

Tabla 3. Frecuencias, porcentajes y medidas de tendencia central en cada una de las dimensiones (N=125).

Dimensión	Totalmente en desacuerdo (1)	Bastante en desacuerdo (2)	Algo de acuerdo (3)	Bastante de acuerdo (4)	Muy de acuerdo (5)	Media	± DS
Organización y Planificación	0,0% (0)	0,8% (1)	6,4% (8)	28,8% (36)	64,0% (80)	4,56	0,65
Orientación y recursos	0,8% (1)	0,0% (0)	7,2% (9)	29,6% (37)	62,4% (78)	4,53	0,70
Metodología	0,8% (1)	0,0% (0)	1,6% (2)	16,8% (21)	80,8% (101)	4,78	0,51
Impacto en la formación	0,0% (0)	1,6% (2)	5,6% (7)	35,7% (45)	57,1% (72)	4,48	0,68

El promedio general de las cuatro dimensiones (4,59) evidencia una valoración positiva del proyecto. Los estudiantes perciben que la metodología ApS es altamente pertinente, motivadora y coherente en el Grado en Educación Primaria. La escasa dispersión de las respuestas (DS entre 0,51 y 0,70) indica una opinión muy homogénea y una experiencia compartida de éxito formativo.

Además, se analizaron las respuestas abiertas sobre fortalezas, debilidades y propuestas de mejora del proyecto, destacándose como fortalezas la formación práctica, el trabajo colaborativo, la relevancia ecosocial del tema, la posibilidad de realizar un producto creativo y el impacto positivo entre el estudiantado universitario y el alumnado participante. Como principales debilidades las horas presenciales disponibles para la preparación del taller de la feria (6 horas), así como el tiempo para su ejecución (15 minutos). Como propuestas de mejora más mencionadas se encuentra disponer de más tiempo para la preparación del taller y su ejecución durante la feria.

4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados obtenidos en las cuatro dimensiones analizadas —organización y planificación, orientación y recursos, metodología, e impacto en la formación— reflejan una valoración positiva del proyecto ApS “Feria Educativa por la Sostenibilidad Ambiental”.

Las medias entre 4,48 y 4,78 sobre 5 y las bajas desviaciones típicas indican un alto grado de consenso y satisfacción entre el alumnado, confirmando la idoneidad del ApS como metodología formativa integral en la ESA en el Grado de EP.

Estos hallazgos son consistentes con investigaciones previas sobre ApS en la formación inicial del profesorado, que también evidencian mejoras significativas en el desarrollo de competencias profesionales, sociales y éticas [28-30].

Al comparar los resultados del presente estudio con los obtenidos por Rubio et al. [31] en proyectos ApS desarrollados en diferentes contextos universitarios, se observan paralelismos significativos. En ambos casos, el alumnado destaca el trabajo cooperativo o colaborativo, la implicación emocional y la relevancia social de las actividades como factores motivacionales clave. Sin embargo, la Feria Educativa por la Sostenibilidad Ambiental aporta un componente ambiental y científico distintivo, que integra la dimensión ecosocial dentro de la formación en Didáctica de las ciencias, área donde aún son escasas las experiencias sistemáticas de ApS.

Asimismo, los resultados coinciden con los obtenidos en experiencias desarrolladas en otras universidades españolas donde se encontraron valoraciones positivas de los proyectos realizados en el ámbito de la formación de profesorado. Los futuros docentes valoraron muy positivamente la ApS como estrategia de enseñanza activa y como elemento que favorece la profesionalización temprana y el desarrollo de la identidad docente [32-34].

No obstante, el proyecto Feria Educativa por la Sostenibilidad Ambiental presenta un rasgo innovador en comparación con la mayoría de las experiencias ApS descritas en la literatura: su carácter interdisciplinar y su formato de feria abierta. Mientras que muchos proyectos ApS se centran en actividades puntuales o en colaboración con un único centro escolar, la feria permitió integrar diversas temáticas sobre la sostenibilidad ambiental (biodiversidad, cambio climático, consumo sostenible, ODS, etc.) y promover una interacción simultánea entre universidad y dos comunidades educativas. Este enfoque concuerda con las recomendaciones de la importancia de entornos de aprendizaje transdisciplinarios y participativos para la educación universitaria orientada a la sostenibilidad [1,8].

En cuanto al impacto en la formación, los resultados obtenidos ($IF1 = 4,62$; $IF2 = 3,98$) también son comparables con los de trabajos internacionales como el de Coyle, Jamieson y O'Meara (2017) en la Universidad de Melbourne, donde los futuros docentes que participaron en proyectos ApS ambientales manifestaron un aumento en su conciencia ecológica y sentido de agencia [35]. De modo similar, los hallazgos de Filges et al. (2022) confirman que el ApS tiene efectos positivos en las actitudes prosociales, el rendimiento académico y las habilidades interpersonales [36].

En síntesis, los resultados del presente estudio se alinean con la literatura nacional e internacional al confirmar que el ApS constituye un enfoque pedagógico transformador en la formación inicial del profesorado. No obstante, aporta evidencias novedosas al mostrar cómo un proyecto ApS centrado en la ESA puede integrar simultáneamente aprendizajes científicos, valores ecosociales y prácticas docentes reales, contribuyendo a una formación docente más coherente con los ODS.

De cara al futuro, se propone ampliar el alcance de la investigación e innovación de este tipo de proyectos mediante: enfoques interdisciplinarios y cooperativos entre distintas asignaturas que permitan una mayor disponibilidad temporal, evaluación de la sustitución de las clases teóricas por clases invertidas para poder dedicar más tiempo a la preparación del proyecto y diseños longitudinales que evalúen el impacto del ApS en la práctica profesional una vez egresados los estudiantes.

En términos de innovación educativa, el proyecto ApS Feria Educativa por la Sostenibilidad Ambiental se destaca como una metodología eficaz de integración curricular, que potencia competencias profesionales, fomenta la cooperación universidad-escuela y contribuye al desarrollo de docentes comprometidos con la sostenibilidad y los ODS.

En definitiva, la intervención educativa confirma que la integración del ApS en la formación inicial del profesorado no solo mejora el aprendizaje académico, sino que impulsa la transformación ecosocial del estudiantado universitario, en coherencia con los principios de la EAS y la EDS [30,37].

5. AGRADECIMIENTOS

Se agradece a los estudiantes del Grado en Educación Primaria de la ULPGC participantes su implicación en el proyecto y en el trabajo de investigación asociado, al Vicedecanato de Organización Académica e Infraestructura de la Facultad de Educación su disposición para la reserva de espacios y, por último, a toda la comunidad educativa del CEIP Giner de los Ríos y del CEIP Alcaravaneras de Las Palmas de Gran Canaria por el entusiasmo mostrado a lo largo del proyecto.

REFERENCIAS

1. Barth, M., Rieckmann, M.: Academic staff development as a catalyst for curriculum change towards education for sustainable development: An output perspective. *Journal of Cleaner Production* 26, 28–36 (2016).

2. UNESCO: Reimagining our futures together: A new social contract for education. UNESCO, París (2021).
3. Husic, D. W.: Reframing sustainability initiatives in higher education. *Sustainable Earth Reviews* 7, Article 5 (2024).
4. Sterling, S.: Transformative learning and sustainability: sketching the conceptual ground. *Environmental Education Research* 16(3), 317–329 (2010).
5. Ferreira, J., Ryan, L., Tilbury, D.: Whole-school Approaches to Sustainability: A Review of Models for Professional Development in Pre-service Teacher Education. UNESCO, París (2017).
6. Mogensen, F., Schnack, K.: The action competence approach and the “new” discourses of education for sustainable development, competence and quality criteria. *Environmental Education Research* 16(1), 59–74 (2010).
7. Calafell, G., Jiménez, G., y Esparza-Pagés, M. La educación para la sostenibilidad en la formación inicial de docentes: las representaciones sociales del alumnado y reflexiones para la transición ecosocial. En Calderón-Garrido, D., Sabariego Puig, M. y Sandín Esteban, M. P. (Coords.) *Educación 2022-2024. Retos, tendencias y compromisos. Monográfico: La investigación educativa como base de la Agenda 2030 y los ODS, Octaedro.* (2024).
8. Leal Filho W, Vargas VR, Salvia AL, Brandli LL, Pallant E, Klavins M, et al. The role of higher education institutions in sustainability initiatives at the local level. *J Clean Prod.* 233:1004–1015. (2019).
9. Wiek A, Withycombe L, Redman CL. Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science*: 6(2):203–218 (2011).
10. Bringle, R. G., Hatcher, J. A.: A service-learning curriculum for faculty. *Michigan Journal of Community Service Learning* 2(1), 112–122 (1995).
11. Eyler, J., Giles, D. E.: *Where’s the Learning in Service-Learning?* Jossey-Bass, San Francisco (1999).
12. Jacoby, B.: *Service-Learning in Higher Education: Concepts and Practices.* Jossey-Bass, San Francisco (2015).
13. Barth, M., Godemann, J., Rieckmann, M., Stoltenberg, U.: Jacoby, B.: *Service-Learning in Higher Education: Concepts and Practices.* Jossey-Bass, San Francisco (2015).
14. Aramburuzabala P, Ballesteros C, García-Gutiérrez J, Lázaro P, eds. *El papel del Aprendizaje-Servicio en la construcción de una ciudadanía global = The role of Service-Learning in the construction of a global citizenship.* Madrid: Universidad Nacional de Educación a Distancia. (2020).
15. Lozano, R., Merrill, M. Y., Sammalisto, K., Ceulemans, K., Lozano, F.: Connecting competences and pedagogical approaches for sustainable development in higher education: A literature review and framework proposal. *Sustainability* 9(10), 1889 (2017).
16. Mitchell, T. D.: Traditional vs. critical service-learning: Engaging the literature to differentiate two models. *Michigan Journal of Community Service Learning* 14(2), 50–65 (2008).
17. Soska, T. M., Sullivan-Cosetti, M., & Pasupuleti, S. (2010). Service Learning: Community Engagement and Partnership for Integrating Teaching, Research, and Service. *Journal of Community Practice*, 18(2–3), 139–147. (2010).
18. Puig, J. M., Palos, J. Rasgos pedagógicos del Aprendizaje y Servicio. *Cuadernos de Pedagogía*, 357, 60-63. (2006)
19. Salam, M., Awang Iskandar, D.N., Ibrahim, D.H.A. et al. Service learning in higher education: a systematic literature review. *Asia Pacific Educ. Rev.* 20, 573–593 (2019).
20. Aramburuzabala, P., McIlrath, L., Opazo, H.: *Embedding Service Learning in European Higher Education: Developing a Culture of Civic Engagement.* Routledge, London (2019).
21. Celio, C. I., Durlak, J., Dymnicki, A.: A meta-analysis of the impact of service-learning on students. *Journal of Experiential Education* 34(2), 164–181 (2011).
22. Bringle, R. G., Phillips, M. A., Hudson, M.: *The Measure of Service Learning: Research Scales to Assess Student Experiences.* American Psychological Association, Washington D.C. (2004).
23. Aramburuzabala, P.; Cerrillo, R. Service-Learning as an Approach to Educating for Sustainable Development. *Sustainability* 15, 11231. (2023)
24. Wiek, A., Withycombe, L., Redman, C. L.: Key competencies in sustainability: A reference framework for academic program development. *Sustainability Science* 6(2), 203–218 (2011).
25. Red Española de Aprendizaje-Servicio ¿Cómo desarrollar un proyecto de aprendizaje- servicio? 2021 <https://www.aprendizajeservicio.net/> último acceso 2025/10/17.
26. Blanco, N., Alvarado, M. E.: Escala de actitud hacia el proceso de investigación científico social. *Revista de Ciencias Sociales (Ve)* 11(3), 1–13 (2005).
27. Matas, A.: Diseño del formato de escalas tipo Likert: Un estado de la cuestión. *Revista Electrónica de Investigación Educativa* 20(1), 38–47 (2018).
28. Mutambara, T. E.: Service-learning in teacher education programmes: A literature review on the rationale, benefits and challenges. *International Journal of Higher Education Management* 9(2), 63–78, 25 (2023).
29. Fuentes-Rubio M, Castillo-Paredes A. Methodological Proposal for the Accompaniment and Development of Service+Learning Methodology in Universidad de Las Américas in Chile. *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 2022;19(14):8626 (2022).
30. UNESCO: Educación para los Objetivos de Desarrollo Sostenible: Guía de aprendizaje. UNESCO, París (2017).
31. Rubio, L., Prats, E., & Gómez, L. Universidad y sociedad. Experiencias de aprendizaje servicio en la universidad. Red Universitaria de Aprendizaje-Servicio ApS (U). Barcelona: Universitat de Barcelona (Institut de Ciències de l’Educació). (2013).
32. García-González, E.: Service-learning for environmental education in teacher training. *Environmental Education Research* 26(8), 1165–1184 (2020).

33. Blanco Fontao C, Lozano A. Eficacia del aprendizaje-servicio en maestros en formación para el desarrollo de su futuro desempeño docente. *Rev Investig Educ.*;22(2):212–223. (2024).
34. Martín-Sánchez A, González-Gómez D, Jeong JS. Service Learning as an Education for Sustainable Development (ESD) Teaching Strategy: Design, Implementation, and Evaluation in a STEM University Course. *Sustainability*;14(12):6965. (2022).
35. Coyle, E., Jamieson, L., O'Meara, K.: Integrating service-learning into teacher education: Models and outcomes. *International Journal of Sustainability in Higher Education* 18(3), 396–414 (2017).
36. Filges, T., Dietrichson, J., Viinholt, B. C. A., & Dalgaard, N. T. Service learning for improving academic success in students in grade K to 12: A systematic review. *Campbell systematic reviews*, 18(1), e1210. (2022).
37. European Commission: Learning for a greener and more sustainable future: Policy brief. European Commission, Brussels (2023).

Aprendices a mentores: una experiencia innovadora de aprendizaje-servicio entre estudiantes de atletismo y futuros docentes

Sara González Hernández^{*a,b}

^aCIFP Felo Monzón Grau Bassas, Las Palmas de Gran Canaria, España; ^bUniversidad de Las Palmas de Gran Canaria, España. *sara.gonzalez@ulpgc.es

RESUMEN

La presente comunicación describe una experiencia de aprendizaje-servicio desarrollada entre el Ciclo Medio y Superior de Técnico Deportivo en Atletismo del CIFP Felo Monzón Grau Bassas y el Grado en Educación Primaria (Mención en Educación Física) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). A través de un modelo de colaboración interinstitucional, el alumnado de Enseñanzas Deportivas asume el rol de docente-mentor, diseñando y ejecutando un evento gamificado [1] de atletismo con fines educativos para el alumnado universitario. El proyecto, que se desarrolla entre septiembre y diciembre, culmina con dos jornadas (28 de noviembre y 11 de diciembre) en la pista de atletismo del Servicio de Deportes de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, donde se combina la enseñanza técnica del atletismo con metodologías activas [2, 3, 4], gamificación [1] y evaluación formativa [4]. La experiencia promueve la autonomía, la creatividad, la planificación y la reflexión crítica, consolidando la colaboración Enseñanzas Deportivas y la Universidad como ejemplo de innovación docente [4, 5].

Palabras clave: Aprendizaje-servicio, gamificación, metodologías activas, atletismo educativo, diseño, coevaluación, innovación docente.

1. INTRODUCCIÓN

¿Quién no recuerda cuando el profesor o profesora de Educación Física nos hacía correr un test de Cooper o lanzar un balón medicinal para medir la condición física? Aquellas prácticas respondían a un modelo tradicional centrado en la evaluación del rendimiento. Hoy, la Educación Física ha evolucionado: el alumnado es el protagonista de su propio aprendizaje y la condición física se trabaja desde la creatividad, la cooperación y la vivencia emocional positiva [2, 4, 5]. Actualmente, se utilizan metodologías activas como el “breakout educativo”, las “escape rooms”, los proyectos interdisciplinares o el aprendizaje-servicio [4], donde la enseñanza se articula a través de narrativas, retos cooperativos y misiones motrices [3, 4]. El proyecto representa este cambio de paradigma: el alumnado de Enseñanzas Deportivas en la especialidad de Atletismo de Educación del Gobierno de Canarias se convierte en profesorado de la Universidad por dos días, utilizando el atletismo como herramienta pedagógica para enseñar, servir y aprender [4].

El propósito fundamental de esta propuesta es fomentar la motivación y el aprendizaje significativo del alumnado de las Enseñanzas Deportivas mediante el desarrollo de un proyecto real y experiencial: la organización de un evento deportivo de iniciación al atletismo dirigido al estudiantado del Grado en Educación Primaria (mención en Educación Física), en el marco de la asignatura “Habilidades perceptivas y motrices” [4]. Esta colaboración interinstitucional permite vincular la formación técnica con la formación universitaria, generando un espacio de aprendizaje compartido, vivencial y con propósito social [4]. En el caso del Ciclo Superior de Técnico Deportivo en Atletismo, la propuesta se articula en torno a las competencias específicas del módulo “Organización y gestión del atletismo” dentro del Real Decreto 668/2013 de 6 de septiembre [6], por el que se establece el Técnico Deportivo Superior en Atletismo. El módulo capacita al alumnado para planificar, dirigir y gestionar instalaciones, recursos y eventos atléticos, aplicando criterios de seguridad, calidad y eficiencia. Por otro lado, el Ciclo de Grado Medio de Técnico Deportivo en Atletismo desarrolla las competencias del módulo “organización de actividades de iniciación al atletismo” dentro del Real Decreto 427/2023 de 6 de junio [7], por el que establece el título de Técnico Deportivo en Atletismo, el cual, prepara al alumnado a colaborar en eventos de iniciación atlética y a preparar el desarrollo de las actividades.

Dentro de este proyecto de aprendizaje-servicio que realiza el Ciclo de Enseñanzas Deportivas en Atletismo del CIFP Felo Monzón Grau-Bassas con la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, las competencias se trasladan a la práctica mediante la organización de un evento gamificado de atletismo dirigido al alumnado universitario [1].

Los resultados de aprendizaje constituyen los referentes evaluables que permiten comprobar el grado de adquisición de las competencias profesionales, personales y sociales propias del Ciclo. En el marco de esta propuesta de innovación educativa, se parte de los resultados de aprendizaje de los módulos que se van a trabajar como elementos que orientan tanto a la planificación como la evaluación del proyecto, garantizando la coherencia con los objetivos formativos del ciclo y con el perfil profesional del alumnado [4, 5].

Los resultados de aprendizaje del Ciclo Superior son los siguientes:

- Analizan y gestionan el uso seguro y funcional de la pista universitaria y del material atlético.
- Diseñan la estructura organizativa del evento creando comisiones (logística, deportiva, marketing y ceremonias) y asumiendo responsabilidades reales.
- Coordinan la comunicación y la logística con la ULPGC, elaborando cronogramas, normas de uso, fichas técnicas y planes de seguridad.
- Ejercen funciones de liderazgo y acompañamiento, guiando al alumnado universitario y fomentando la cooperación y el respeto.

De este modo, el módulo se convierte en el eje vertebrador del proyecto, donde el alumnado del CIFP Felo Monzón aplica sus conocimientos técnicos y organizativos en un contexto real, desarrollando competencias profesionales, comunicativas y éticas al servicio de la comunidad educativa universitaria.

Por otro lado, en el caso del estudiantado del Ciclo de Grado Medio de Técnico Deportivo en Atletismo debe ser capaz de participar y colaborar en la planificación, desarrollo y evaluación de actividades y eventos de iniciación al atletismo, aplicando criterios organizativos, técnicos y de seguridad. Los principales resultados de aprendizaje que se trabajan y que están relacionados con el módulo de “organización de actividades de iniciación al atletismo” del Real Decreto 427/2023 de 6 de junio [7], por el que se establece el título de Técnico Deportivo en Atletismo, son:

- Colabora en la preparación de eventos y actividades de iniciación, identificando los requisitos de la actividad, los procesos de inscripción, los tipos de competiciones y los aspectos reglamentarios y organizativos básicos. También comprende los procedimientos administrativos (permisos, documentación, autorizaciones) y promueve actitudes de respeto, inclusión y juego limpio.
- Participa en el desarrollo de actividades y competiciones de iniciación, acondicionando las instalaciones, preparando el material, controlando horarios, orden de participación y resultados, y aplicando protocolos de seguridad y actuación ante accidentes. Asimismo, apoya en la animación del evento y en la ceremonia de entrega de premios.
- Colabora en la recogida de información y evaluación de las actividades, utilizando instrumentos de observación y registro para valorar la organización, la satisfacción de los participantes y la calidad del evento, contribuyendo a la elaboración de la memoria final como herramienta de mejora.

El objetivo central es desarrollar una experiencia de aprendizaje-servicio en la que el alumnado de las Enseñanzas Deportivas asuma el rol de mentor y facilitador del aprendizaje, diseñando y ejecutando actividades vinculadas al bloque de habilidades atléticas de la asignatura universitaria [4]. De este modo, el estudiantado del Grado en Educación Primaria puede experimentar de forma práctica, guiada y contextualizada la iniciación a las habilidades atléticas, integrando los contenidos teóricos con la práctica real en un entorno colaborativo y formativo.

2. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

El aprendizaje-servicio combina el aprendizaje académico con la prestación de un servicio real a la comunidad. Su objetivo es formar personas competentes, críticas y comprometidas, capaces de vincular conocimiento y acción [4, 5]. En este caso, la comunidad receptora es el propio alumnado universitario, que recibe una formación técnica en habilidades atléticas impartida por los futuros técnicos deportivos. El proyecto integra gamificación [1], tutoría entre iguales y evaluación formativa como ejes metodológicos [4,5]. Mediante este proyecto de aprendizaje-servicio el alumnado aprende y se desarrolla a través de la participación en un servicio, que se realiza en una comunidad y se dirige a satisfacer las necesidades de ésta [4, 5]. Se propone aprender contenidos académicos a la vez que se presta un servicio necesario a la comunidad. Se unen y relaciona una experiencia de aprendizaje curricular a través de un servicio a la comunidad en un contexto social y de aplicación donde a su vez se podría hibridar con otros proyectos, gamificaciones, modelos de enseñanza innovadores, aprendizajes cooperativos, etc... [2, 3, 4].

Dentro de este contexto de comunidad y social, este aprendizaje-servicio se puede proponer e incluir cualquier contenido y asignatura ya que se percibe como un medio para el fomento y promoción de proyectos interdisciplinarios [4, 5]. Destacar que, el aprendizaje-servicio, tanto el aprendizaje como el servicio a la comunidad deberían tener el mismo peso e importancia. En este sentido, si se le diera más importancia al aprendizaje estaríamos hablando de trabajos de campo, sin embargo, si se diera más importancia al servicio, hablaríamos de voluntariado. Lo ideal y lo que se lleva a cabo en este proyecto es un equilibrio entre ambos o decantarnos más hacia el trabajo de campo. Por otro lado, el aprendizaje recíproco y el aprendizaje-servicio intergeneracional, son términos novedosos, el primero de ellos, ambas partes del aprendizaje-servicio enseñan un contenido y reciben la enseñanza. Mientras que, el segundo, aprendizaje-servicio intergeneracional, es aquel que se hace donde existe una diferencia generacional entre el receptor y sus enseñantes. De este modo, el aprendizaje-servicio es una propuesta educativa innovadora que combina procesos de aprendizaje y de servicio a la comunidad en el que el estudiantado aprende y se forma a través de la participación en un servicio implicándose en necesidades reales del entorno con la finalidad de mejorarlo en busca de los aprendizajes significativos [4, 5].

Asimismo, dentro de este marco de proyecto incluimos la gamificación con el uso de dinámicas de juegos, donde se utilizan puntos, insignias, clasificaciones, retos, logros y narrativas para aumentar la motivación y la implicación del estudiantado [1]. Con esto, logramos la adherencia a toda práctica motriz y que puedan ser ciudadanos activos y competentes motrizmente y con ello puedan vivenciarlo para percibirlo como propio, como un hábito de vida y que puedan enseñarlo como futuros maestros y maestras de Educación Física en Primaria [2, 4, 5]. En el caso de la tutoría entre iguales, se experimenta un aprendizaje cooperativo donde un alumno enseña al otro, buscando la reflexión y transferencia de conocimiento para que se procese la información y se adquiera para toda la vida. Además, la evaluación formativa que genera este proyecto es una evaluación como proceso de aprendizaje, no como un fin [4, 5]. Buscando que el propio motor de aprendizaje sea mediante este medio. Por último, el aprendizaje experiencial de este aprendizaje-servicio, genera aprender haciendo (“learning by doing”) orientando los aprendizajes hacia el desarrollo de las competencias motrices, cognitivas y afectivas [2, 4, 5, 8, 10]. Es preciso señalar que, dentro del proyecto, se incorpora una línea de innovación educativa y sostenibilidad basada en la propuesta de Méndez Giménez (2013) sobre material atlético autoconstruido y reutilizable [12]. El objetivo es demostrar que el atletismo puede practicarse sin necesidad de material oficial o costoso, fomentando la creatividad, la conciencia ecológica y la responsabilidad ambiental del futuro técnico deportivo [9, 12]. El alumnado elabora y utiliza materiales alternativos y reciclados como: vallas reutilizables construidas con cajas de cartón o tubos de plástico reciclados, martillos autoconstruidos con cuerdas y pelotas o bolsas rellenas, jabalinas ligeras elaboradas con materiales blandos, pajillas o papel enrollado, pesos o discos improvisados con botellas rellenas, calcetines o pelotas recicladas, etc [12].

Este enfoque desarrolla la competencia de organización y gestión sostenible, además de transmitir al alumnado del ciclo, al universitario y profesorado, la idea de que el atletismo escolar es accesible y adaptable, incluso en centros educativos con escasos recursos materiales [9, 12]. De esta forma, el módulo contribuye a educar en valores de sostenibilidad, responsabilidad ambiental y creatividad pedagógica, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS 12 y 13) y con el enfoque metodológico de un aprendizaje-servicio con impacto social y ecológico positivo [2, 4, 5].

3. CONTEXTO Y DESARROLLO DEL PROYECTO

La experiencia de aprendizaje se lleva a cabo entre el CIFP Felo Monzón Grau Bassas (Enseñanzas Deportivas especialidad en Atletismo) y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Grado en Educación Primaria, mención Educación Física). Se desarrolla en la pista de atletismo del Servicio de Deportes de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. La propuesta se ubica en dos eventos principales: 28 de noviembre (familiarización) y 11 de diciembre (evento final gamificado con narrativa y retos cooperativos). Desde septiembre, el alumnado del CIFP se organiza en comisiones técnicas: marketing y redes sociales, ceremonias, deportiva y logística. Cada comisión define objetivos semanales y trabaja con un documento compartido en Drive, con un coordinador o coordinadora general que articula la comunicación y la planificación. Desde un punto de vista formal e institucional, la utilización de las instalaciones deportivas universitarias se gestiona de manera coordinada entre ambas entidades participantes.

Los permisos de acceso para el alumnado del CIFP Felo Monzón se tramitan oficialmente a través del Servicio de Deportes de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria desde el comienzo de curso para impartir docencia en la pista de atletismo, así como este proyecto final, garantizando el cumplimiento de las normativas de uso y seguridad [6, 7]. Asimismo, para la impartición de la asignatura de “Habilidades Perceptivas y Motrices” del Grado en Primaria, el profesorado responsable solicita los permisos a través del Departamento de Educación Física de la Facultad de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Esta doble autorización refleja la colaboración institucional formalizada entre la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y el CIFP Felo Monzón, asegurando la adecuación administrativa, docente y de seguridad en el desarrollo del aprendizaje-servicio.

4. OBJETIVOS

4.1 Objetivo general:

- Diseñar e implementar una experiencia de aprendizaje-servicio entre Enseñanzas Deportivas especialidad en atletismo y la Universidad mediante la creación y ejecución de un evento de atletismo educativo gamificado [1, 4, 5].

4.2 Objetivos específicos:

- Promover la autonomía y la capacidad organizativa del alumnado de Enseñanzas Deportivas [4, 5].
- Potenciar la transferencia de habilidades atléticas a contextos educativos reales [2, 4].
- Fomentar la cooperación interinstitucional y el trabajo interdisciplinar [4, 5].
- Desarrollar un sistema gamificado con narrativa educativa y puntuaciones cooperativas que pueda servir de ejemplo para el alumnado del Grado en Primaria [1, 4].
- Implementar un modelo de evaluación formativa basado en coevaluación y reflexión [4, 5].
- Mejorar los aprendizajes técnicos de las habilidades atléticas dentro de la asignatura de “Habilidades perceptivas y motrices” del Grado en Primaria, mención Educación Física [2, 4, 5].
- Aplicar las habilidades motrices básicas aprendidas en el Ciclo de técnico Deportivo en atletismo en un contexto real al estudiantado del Grado en Primaria dentro de la asignatura “Habilidades perceptivas y motrices” [2, 4].

5. METODOLOGÍA

El proyecto adopta un diseño de investigación-acción con enfoque mixto. Se estructura en cuatro fases: preparación, implementación, evaluación y transferencia. Durante la preparación, el alumnado del CIFP Felo Monzón se forma y organiza por comisiones; en la implementación, se desarrollan las jornadas; en la evaluación, se aplican rúbricas, diarios y cuestionarios; y en la transferencia, se elabora una memoria con mejoras y futuras propuestas o líneas de acción. Este enfoque resulta idóneo para proyectos de aprendizaje-servicio, ya que combina la reflexión crítica sobre la acción con la recogida sistemática de evidencias que permiten evaluar su impacto formativo [4, 5]. A su vez, la metodología se estructura en tres fases principales: preparación, ejecución y evaluación. Estas fases se desarrollan de forma cíclica y progresiva entre los meses de septiembre y diciembre del curso académico [4, 5].

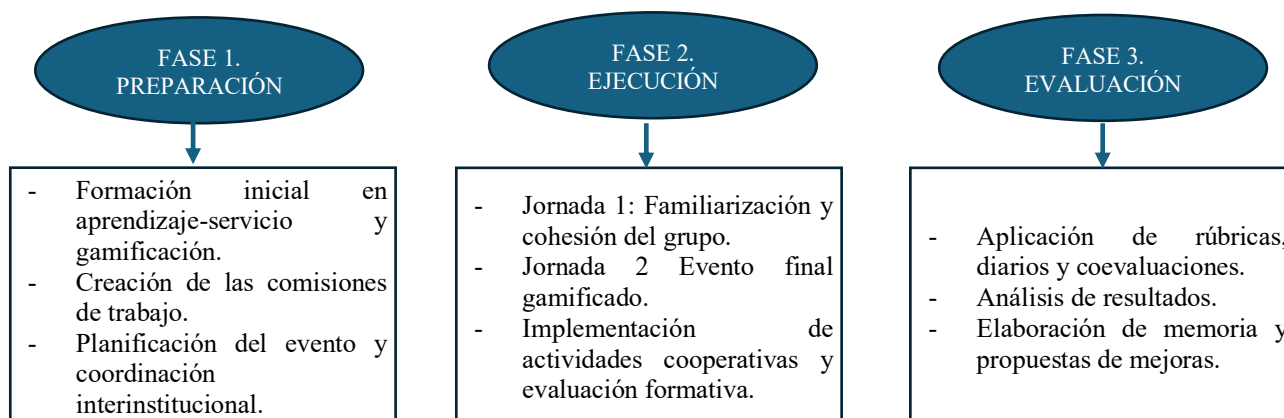


Figura 1. Esquema de las fases del proyecto de aprendizaje-servicio.

5.1 Fase 1. Preparación.

Durante esta fase inicial, el alumnado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas recibe una formación teórico-práctica sobre los fundamentos del aprendizaje-servicio, la organización de eventos deportivos, la gamificación y la seguridad en la enseñanza del atletismo [1, 4, 5]. Se realizan unas sesiones iniciales de fundamentos teóricos básicos genéricos de organización de eventos deportivos, además de una “lluvia de ideas” donde se busca generar inquietud, curiosidad, novedad y enriquecimiento cooperativo por parte de la clase [4, 5].

Posteriormente, se distribuye en comisiones de trabajo técnico (marketing y redes sociales, ceremonias, deportiva y logística), cada una con mini objetivos semanales definidos. El grupo designa un coordinador o una coordinadora general del evento, quien lidera la comunicación entre comisiones y mantiene la cohesión del equipo. La planificación se realiza mediante un documento compartido en Google Drive, que permite el trabajo colaborativo y la supervisión docente tanto dentro como fuera del horario lectivo. Paralelamente, se establece una comunicación interinstitucional con la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria a través del campus virtual, utilizado como plataforma de inscripción, difusión de información y contacto previo entre el estudiantado universitario y los del ciclo formativo [4, 5].



Figura 2. Alumnado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas, reunidos preparando las actividades del aprendizaje-servicio.



Figura 3. Alumno del CIFP Felo Monzón Grau Bassas, preparando los diplomas de participación.



Figura 4. Material autoconstruido para el aprendizaje-servicio.

5.2 Fase 2. Ejecución.

Esta fase comprende la ejecución práctica del proyecto y se desarrolla a través de dos jornadas presenciales:

- Primera jornada (28 de noviembre, 8:00–11:00). Se lleva a cabo una sesión de familiarización y cohesión grupal entre el alumnado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, con actividades de calentamiento, técnica básica de atletismo y dinámicas cooperativas. Se busca romper barreras y generar confianza entre los grupos para el evento final. Además, el objetivo principal de esta primera sesión es trabajar las habilidades atléticas que se realizarán en el evento final y explicar o continuar con el hilo conductor de la gamificación que haya elegido el estudiantado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas, generando así expectativa y motivación para el día del evento final [1].
- Segunda jornada (11 de diciembre, 8:00–11:00). Se realizará el evento final gamificado, diseñado íntegramente por el alumnado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas. Incluye retos atléticos cooperativos (carreras, saltos, lanzamientos, vallas y marcha), enmarcados en una narrativa temática elegida por el grupo (por ejemplo, “*Una búsqueda del Tesoro con retos atléticos por equipos*” o “*Aprende atletismo en Navidad*”) [1, 4].

Ambas jornadas se realizan en la pista de atletismo del Servicio de Deportes de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, bajo la supervisión conjunta del profesorado de ambas instituciones. Se garantizan los criterios de inclusión, seguridad y accesibilidad, y se prioriza la cooperación, el aprendizaje y el disfrute frente a la competición [4, 5].



Figura 5. Alumnado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas, realizando el calentamiento con el estudiantado de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.



Figura 6. Alumnado de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, realizando un salto de longitud, actividad que se desarrolla en el aprendizaje-servicio.



Figura 7. Alumnado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas y de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, celebrando la clausura del aprendizaje-servicio.

5.3 Fase 3. Evaluación.

La evaluación se concibe como un proceso formativo, reflexivo y participativo, orientado a la mejora continua. Se aplican instrumentos mixtos de evaluación que combinan observación directa y autoanálisis del aprendizaje:

- Rúbricas de coevaluación entre iguales, que valoran la planificación, el trabajo en equipo, la creatividad y la comunicación [4, 5].
- Listas de cotejo de seguridad, organización y cumplimiento de objetivos [4, 5].
- Cuestionarios de autoevaluación y diarios reflexivos individuales así como grupales de cada comisión, que recogen percepciones sobre la motivación, la implicación y el desarrollo competencial [4, 5].

Los datos se analizan mediante estadística descriptiva, análisis cuantitativo y cualitativo, identificando patrones de aprendizaje relacionados con la autonomía, la cooperación y la transferencia didáctica [2, 4, 5]. En la etapa final, el alumnado elabora una memoria reflexiva y de mejora, donde sintetiza aprendizajes, dificultades y propuestas para futuras ediciones. Este documento constituye un producto evaluable y una herramienta de aprendizaje metacognitivo que fomenta la autorregulación y el pensamiento crítico [4, 5]. Además, se crea un repositorio digital de materiales didácticos como por ejemplo rúbricas, fotos, fichas de pruebas, carteles, cronogramas, evidencias de post en Redes Sociales, revistas, periódicos y guías metodológicas compartido entre el CIFP Felo Monzón Grau Bassas y la ULP GC, con el fin de facilitar la transferencia, visibilidad y sostenibilidad del proyecto de aprendizaje-servicio en cursos posteriores y en otras disciplinas deportivas [4, 5].

INSTRUMENTO DE COEVALUACIÓN (Organización del atletismo)

ALUMN@ OBSERVAD@R: _____
ALUMN@ EVALUAD@: _____
FECHA: _____

ORGANIZACIÓN DEL ATLETISMO					
Factores a evaluar	1	2	3	4	5
1. Consideras que ha trabajado por igual en la organización del evento					
2. Ha participado en el área deportiva de manera activa y constante.					
3. Se ha preocupado por preparar documentación y estructura de su comisión del evento.					
4. Ha respetado las ideas y decisiones de los compañeros/as en todo momento.					
5. Nivel de implicación el día de la organización del evento.					
6. Ha participado en las reuniones de equipo en su conjunto.					
7. Ha aportado ideas en las reuniones para concretar la estructura y organización del mismo.					
8. Ha aportado ideas novedosas y las ha concretado para la práctica.					
9. Ha tenido entusiasmo y ha aportado en la organización del evento.					
10. Ha participado de manera activa en la elaboración de la memoria					
Suma de puntos.					

Figura 8. Rúbrica de Coevaluación después del evento realizada al alumnado de CIFP Felo Monzón Grau Bassas.

INSTRUMENTO DE AUTOEVALUACIÓN (Organización del atletismo)

ALUMN@ OBSERVAD@R: _____
ALUMN@ EVALUAD@: _____
FECHA: _____

ORGANIZACIÓN DEL ATLETISMO					
Factores a evaluar	1	2	3	4	5
1. Soy un alumno/a participativo y me he centrado en la realización del proyecto (JOIC) del módulo: Organización del atletismo.					
2. He estado muy motivado en el proyecto y he aprovechado con ideas e iniciativas					
3. Nivel de IMPLICACIÓN que pienso que he tenido en este evento.					
4. He sido capaz de organizarme solo/a sin que me lo repitan.					
5. He colaborado con los compañeros la organización previa del evento.					
6. He ayudado en la elaboración del borrador (estructura y comisiones).					
7. He participado y asumido responsabilidades con entusiasmo en el día del evento.					
8. Valoro el trabajo en equipo y el de los demás					
9. Reconozco y corrijo mis errores.					
10. Soy tolerante ante la crítica.					
Suma de puntos.					

Figura 9. Rúbrica de Autoevaluación después del evento, realizada al alumnado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas.

6. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto favorece la autonomía, la creatividad y la responsabilidad del alumnado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas de Enseñanzas Deportivas en la especialidad de Atletismo, que se convierten en mentores por dos días. El alumnado universitario vive la experiencia de aprendizaje activo, comprendiendo la transferencia del atletismo al contexto escolar [2, 4, 5]. Durante este curso 2025/2026, se espera un aumento de la motivación, la competencia profesional y la creación de materiales reutilizables [1, 12].

Asimismo, durante el curso pasado, se ha evidenciado dentro del proyecto un notable impacto tanto en el alumnado del CIFP Felo Monzón Grau Bassas como en el del Grado en Educación Primaria (Mención en Educación Física) de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. A lo largo del proceso y durante el año pasado 2024/2025, se ha observado un progreso significativo en la autonomía, la creatividad, la responsabilidad y el liderazgo de los estudiantes de Enseñanzas Deportivas, quienes asumieron por primera vez el rol de mentores y docentes ante futuros maestros y maestras [2, 4, 5]. Este progreso se ha evidenciado mediante los resultados obtenidos en las rúbricas de evaluación diseñadas en función de los resultados de aprendizaje de los módulos implicados. A nivel cuantitativo, los registros finales muestran que más del 85% del alumnado alcanzó las competencias profesionales relacionadas con autonomía, liderazgo, responsabilidad y trabajo cooperativo.

Desde un enfoque cualitativo, el análisis de los diarios reflexivos y las coevaluaciones permitieron identificar tres categorías recurrentes: autonomía organizativa, creatividad y liderazgo cooperativo. Estos factores se apoyan en evidencias narrativas expresadas por el propio alumnado, tales como: “he aprendido a coordinar a un grupo con seguridad”, “ahora entiendo cómo enseñar y guiar atletismo desde la práctica” o “me he sentido técnico deportivo por primera vez”. La triangulación de estos datos cuantitativos y cualitativos refuerza la validez del análisis y respalda las conclusiones sobre el impacto positivo del proyecto en el desarrollo de las competencias profesionales y personales del alumnado participante [4, 5].

Durante la fase de preparación, la organización por comisiones permitió que los grupos funcionaran como equipos de trabajo especializados, responsabilizándose de tareas concretas (logística, material, comunicación, ceremonias, área deportiva). Este modelo de organización fomentó una estructura horizontal y participativa, donde las decisiones se tomaban de manera cooperativa y los estudiantes se sintieron implicados en todas las fases del proyecto [4, 5]. Esta implicación se tradujo en una mayor autonomía personal y sentido de pertenencia, dos aspectos esenciales en la formación de técnicos deportivos.

En la fase de implementación, el alumnado mostró una alta capacidad de adaptación y resolución de problemas, gestionando tiempos, espacios y recursos en un entorno real y cambiante. A través de la propuesta de ser mentores, el alumnado universitario potenció habilidades comunicativas, de liderazgo y de gestión emocional, fundamentales para su futura inserción profesional [2, 4, 5]. Además, la interacción entre ambos niveles educativos favoreció un aprendizaje bidireccional: los estudiantes de Enseñanzas Deportivas consolidaron sus conocimientos técnicos al tener que enseñarlos, mientras que los universitarios descubrieron la aplicabilidad pedagógica del atletismo a contextos escolares [2, 4, 5]. Desde una perspectiva formativa, se constata que la experiencia refuerza competencias clave del ámbito educativo y deportivo: planificación, dirección, evaluación, cooperación, empatía y trabajo en equipo [4, 5, 9, 11]. El alumnado de Enseñanzas Deportivas experimenta cómo la enseñanza va más allá del rendimiento, convirtiéndose en una herramienta de formación en valores, inclusión y servicio a la comunidad [4, 5]. Paralelamente, el alumnado universitario interioriza la transferencia didáctica del atletismo, comprendiendo cómo adaptar pruebas y dinámicas a las etapas escolares y cómo crear ambientes de aprendizaje motivadores y seguros [2, 4, 5].

A nivel metodológico, la incorporación de la gamificación (con retos cooperativos, puntuaciones, insignias y narrativa temática) elevó la motivación intrínseca de todos los participantes [1]. El enfoque lúdico y cooperativo permitió romper barreras entre instituciones, promover la participación activa y generar una experiencia emocionalmente significativa [1, 2, 4]. Este clima positivo se reflejó en la implicación del alumnado, la fluidez de la comunicación y el deseo de repetir la experiencia en futuras ediciones. Otro de los resultados destacados fue la creación de materiales didácticos reutilizables y sostenibles, fruto de la reflexión pedagógica sobre el uso del material en Educación Física. Inspirados en las propuestas de Méndez Giménez (2013), se elaboraron vallas de cartón, martillos autoconstruidos, jabalinas de papel enrollado o pelotas recicladas, demostrando que el atletismo puede desarrollarse de forma creativa y accesible, incluso en centros con recursos limitados [12]. Esta línea de trabajo contribuye al desarrollo de una conciencia ecológica y social en los futuros docentes y técnicos, alineándose con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y fomentando un modelo de enseñanza responsable y comprometido con el entorno [2, 9, 12].

Finalmente, los instrumentos de evaluación aplicados (rúbricas, diarios reflexivos, coevaluaciones y encuestas de satisfacción) reflejaron altos niveles de satisfacción, motivación y aprendizaje percibido. El alumnado del CIFP Felo Monzón destacó la oportunidad de “enseñar enseñando”, valorando la experiencia como un entrenamiento real para su futuro profesional, mientras que el alumnado universitario subrayó la importancia de “aprender desde la práctica” y “ver el atletismo como una herramienta educativa y no solo deportiva”. En conjunto, la experiencia confirma que la colaboración interinstitucional entre Enseñanzas Deportivas y Universidad fortalece la calidad de la formación docente y deportiva, ofreciendo un modelo de innovación educativa que puede ser transferido a otros contextos y disciplinas. El proyecto genera aprendizajes técnicos y organizativos, además de formar personas comprometidas, reflexivas y creativas, capaces de utilizar el deporte como instrumento de transformación educativa y social [4, 5, 9, 12].

7. CONCLUSIÓN

La experiencia “Cuando enseñar también es aprender” constituye una propuesta innovadora, interdisciplinar y transformadora, que establece un puente pedagógico entre las Enseñanzas Deportivas del CIFP Felo Monzón Grau Bassas y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, integrando la práctica, la docencia y la reflexión en un contexto real de enseñanza-aprendizaje [2, 4, 5]. Este proyecto de aprendizaje-servicio, basado en la gamificación y la organización por comisiones de trabajo, ha demostrado su potencial para desarrollar en el alumnado competencias directivas, organizativas, comunicativas y cooperativas, esenciales tanto para el ámbito deportivo como educativo [1, 2, 4, 5, 9, 11]. A través de la experiencia, los estudiantes se convierten en protagonistas activos de su aprendizaje: planifican, coordinan, evalúan y lideran un evento real, asumiendo responsabilidades propias de su futuro profesional [4, 5].

Asimismo, el trabajo conjunto con el alumnado universitario del Grado en Educación Primaria (Mención en Educación Física) genera un aprendizaje bidireccional, donde ambos colectivos aprenden mutuamente: los futuros técnicos deportivos ejercen como mentores y docentes en formación, mientras que los futuros docentes descubren cómo el atletismo puede ser un recurso educativo versátil, cooperativo y motivador [2, 4, 5]. Esta interacción fomenta el respeto, la empatía y la comprensión de los distintos roles profesionales dentro del ecosistema deportivo y educativo. Desde una perspectiva metodológica, el proyecto promueve la Educación Física como un espacio para la innovación pedagógica, en el que se aplican estrategias activas —como la gamificación, la coevaluación o el trabajo por proyectos— que impulsan la autonomía, la creatividad y el compromiso social del alumnado [1, 2, 4, 5]. La evaluación deja de ser un proceso finalista para convertirse en un motor de aprendizaje continuo, donde la reflexión y la retroalimentación adquieren un valor formativo [4, 5].

En el plano humano y social, “Cuando enseñar también es aprender” favorece la construcción de una comunidad educativa ampliada, donde las fronteras entre etapas formativas se difuminan. Las Enseñanzas Deportivas y la Universidad se conectan bajo un mismo propósito: educar a través del servicio, la cooperación y la experiencia vivida [4, 5]. Este modelo demuestra que la colaboración interinstitucional enriquece la formación técnica, además de integrar los valores cívicos, la conciencia ambiental y la corresponsabilidad educativa [2, 4, 5, 9]. Además, el proyecto impulsa una visión sostenible y consciente del atletismo, promoviendo el uso de materiales autoconstruidos y reutilizables, inspirados en las propuestas de Méndez Giménez, como recurso pedagógico y ecológico [12]. Con ello se potencia la creatividad docente, la conciencia medioambiental y la adaptabilidad de la Educación Física a contextos con recursos limitados, contribuyendo a los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) y al desarrollo de una ciudadanía responsable [2, 9, 12]. Finalmente, esta experiencia deja una huella profunda en el alumnado participante, mediante el cual se adquieren conocimientos técnicos y metodológicos, además de fortalecer su identidad profesional, su sentido de pertenencia y su compromiso ético con la sociedad. “Cuando enseñar también es aprender” demuestra que el aprendizaje auténtico ocurre cuando se enseña a otros, cuando se sirve a la comunidad y cuando el conocimiento se convierte en acción educativa transformadora [4, 5, 9, 12].

REFERENCIAS

1. Prieto, J.L., Aguilar, G.F.: Aprendizaje basado en juegos para la evaluación inicial en educación física en adolescentes españoles. *Retos*. 46, 683–693 (2022). <https://doi.org/10.47197/retos.v46.94561>
2. Arufe, V., Sanmiguel, A., Ramos, O., Navarro-Patón, R.: Actualidad de los modelos pedagógicos en Educación Física. Una revisión rápida. *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20(3), 2586 (2023). <https://doi.org/10.3390/ijerph20032586>
3. León-Díaz, Ó., Arijá-Mediavilla, A., Martínez-Muñoz, L.F., Santos-Pastor, M.L.: Las metodologías activas en Educación Física. Una aproximación al estado actual desde la percepción de los docentes en la Comunidad de Madrid. *Retos* 38, 587–594 (2020). <https://doi.org/10.47197/retos.v38i38.77671>
4. Pérez-Pueyo, A., Hortigüela-Alcalá, D., Fernández-Río, J. (eds.): Los modelos pedagógicos en educación física: Qué, cómo, por qué y para qué. Universidad de León, León (2021). <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=855350>
5. Blázquez, D.: Métodos de enseñanza en educación física: Enfoques innovadores para la enseñanza de competencias. 4ª ed. Inde, Barcelona (2020).
6. España: Real Decreto 668/2013, de 6 de septiembre, por el que se establece el título de Técnico Deportivo Superior en Atletismo y se fijan sus enseñanzas mínimas. *Boletín Oficial del Estado* (2013).
7. España: Real Decreto 427/2023, de 6 de junio, por el que se establece el título de Técnico Deportivo en Atletismo y se fijan los aspectos básicos del currículo. *Boletín Oficial del Estado* (2023).
8. Ardoy, D.N., Pellicer, I.: Del cerebro al cuerpo. Neurociencia y Educación Física. Inde, Barcelona (2023).
9. González Arévalo, C.: Educación Física saludable. Recursos prácticos. Inde, Barcelona (2020).
10. Jiménez García, M.L.: Aprender pensando que juegan. Inde, Barcelona (2020).
11. Muñoz Parreño, J., Belando, N.: Neuroacción: La neurociencia aplicada a las Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. McSports, Madrid (2019).
12. Blázquez, D.: Diez competencias docentes para ser mejor profesor de Educación Física. Inde, Barcelona (2013).
13. Méndez Giménez, A.: Materiales curriculares en Educación Física: Recursos para el aprendizaje y la enseñanza. Inde, Barcelona (2013).

Las cartas como microestructuras de aprendizaje

José María Morales de Francisco^a, María Luisa Calatayud Estrada^b y Elisabeth Viviana Lucero Baldevenites^c

^aDepartamento de Didácticas Específicas, Facultad de Ciencias de la Educación, 35004 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

^bDepartamento de Investigación y Psicología en Educación. Facultad de Educación, 28040 Universidad Complutense de Madrid, España

^cDepartamento de Ingeniería Mecánica, Escuela de Ingenieros Industriales y Civiles, 35017 Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España

ABSTRACT

La gamificación se ha consolidado como una estrategia educativa eficaz para integrar emoción, cognición y acción en experiencias de aprendizaje significativas. Más allá del uso de elementos lúdicos, su valor radica en la capacidad para diseñar entornos que conecten la motivación intrínseca con el desarrollo competencial del alumnado.

En este contexto, el presente trabajo presenta el modelo MDE-6D, una propuesta teórico-pedagógica que adapta el esquema de diseño de experiencias de juego al ámbito educativo mediante seis dimensiones de diseño educativo. El modelo busca articular los niveles cognitivos, las fases instruccionales y los procesos de pensamiento de orden superior, ofreciendo una estructura coherente para el diseño de materiales gamificados.

Su aplicación se ejemplifica en la asignatura de Biología y Geología de 1.º de Educación Secundaria Obligatoria, a través de una secuencia de cartas gamificadas que representan distintos niveles de aprendizaje: conocimiento, acción, dilema y rol. Esta propuesta pretende contribuir al desarrollo de metodologías activas orientadas a un aprendizaje significativo, competencial y emocionalmente comprometido.

Keywords: gamificación, modelo MDE-6D, diseño instruccional, competencias, aprendizaje significativo

1. INTRODUCCIÓN Y REVISIÓN DE LA LITERATURA

Introducción

La enseñanza de la geología en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria constituye una oportunidad para promover en el alumnado la comprensión de los procesos terrestres y su relación con la vida cotidiana. En el marco del currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias[1], el *Saber Básico II* de la asignatura de Biología y Geología de 1.º de ESO plantea la exploración de las propiedades de los minerales y las rocas, su clasificación e interpretación dentro del ciclo geológico, así como la valoración de su uso sostenible en el entorno.

En este contexto, la gamificación se presenta como una estrategia didáctica capaz de integrar emoción, cognición y acción en experiencias de aprendizaje activas y competenciales. El presente trabajo tiene como propósito presentar el modelo MDE-6D, una propuesta de diseño instruccional orientada a estructurar experiencias gamificadas a través de seis dimensiones interrelacionadas. Su aplicación se ejemplifica mediante una secuencia de cartas didácticas que buscan fomentar el pensamiento crítico, la autorregulación y la conexión entre conocimiento científico y sostenibilidad ambiental.

Información adicional del autor: (Enviar correspondencia a A.A.A.)

A.A.A.: E-mail: jose.morales@ulpgc.es, Teléfono: +34 (928) 45-89-27

Revisión de la literatura

La presente investigación se enmarca en un paradigma cualitativo de corte interpretativo, orientado a la construcción teórica y al diseño de modelos pedagógicos. Se adopta un enfoque de *investigación basada en el diseño* (Design-Based Research, DBR) en su modalidad conceptual [2, 3], con el propósito de fundamentar la creación de experiencias gamificadas aplicadas al currículo de Biología y Geología de 1.º de Educación Secundaria Obligatoria.

Se realizó una revisión estructurada de literatura científica en la base de datos Scopus (Elsevier), abarcando el periodo 2010–2025. La búsqueda combinó descriptores relacionados con *gamification*, *learning*, *instructional design* y *higher order thinking*, identificando un total de 215 publicaciones. Los registros se analizaron de forma descriptiva considerando año, fuente, editorial, idioma y contenido del resumen.

La estrategia de búsqueda se formuló mediante una ecuación booleana que combinó tres bloques de descriptores: (1) *gamification*, *game-based learning*, *serious games*; (2) *instructional design*, *learning design*, *educational model*, *learning environment*; y (3) *higher order thinking*, *cognition*, *metacognition*, *competency-based learning*. Se aplicaron filtros por año (2010–2025), idioma (inglés/español), tipo de documento (artículos y actas) y áreas temáticas de *Social Sciences* y *Computer Science*.

El análisis bibliométrico permitió identificar las publicaciones más influyentes del campo (Tabla 1), destacando especialmente la contribución de *Computers & Education* y *Learning and Instruction* en la consolidación empírica de la gamificación educativa. Los estudios más citados muestran una evolución del interés científico: desde el diseño instruccional y los *serious games* en la década de 2010 [4–6], hacia enfoques centrados en el aprendizaje adaptativo, la inteligencia artificial y la evaluación de competencias en los años recientes [7–9].

En el plano teórico, se identifican tres corrientes principales. La primera, de carácter instruccional, agrupa modelos como el de Merrill [10] o la taxonomía revisada de Bloom de Anderson y Krathwohl [11], que orientan la secuenciación cognitiva y la alineación de los objetivos con las actividades. La segunda corriente, de orientación cognitiva y competencial, se apoya en los trabajos de Zohar y Dori [12] sobre el pensamiento de orden superior. Y la tercera, de naturaleza experiencial, comprende los aportes del modelo MDE (Mecánicas–Dinámicas–Estéticas) [13] y de la perspectiva sociocultural de Gee [14], que explican la relación entre emoción, interacción y aprendizaje significativo.

Los hallazgos de revisiones recientes [7–9] consolidan la gamificación como un enfoque de aprendizaje integral, capaz de incidir de forma simultánea en la motivación, la cognición y la adquisición de competencias. Este panorama respalda la pertinencia de avanzar hacia modelos de diseño educativo que integren coherentemente los planos cognitivo, estético y competencial, base sobre la que se desarrollará el modelo propuesto en la siguiente sección.

Cuadro 1: Principales artículos sobre gamificación educativa según número de citas en Scopus (2010–2025).

Nº	Título abreviado	Año	Fuente	DOI	Citas
1	A meta-analytic review of the role of instructional design in learning from serious games	2013	Computers and Education	10.1016/j.compedu.2012.07.018	282
2	An investigation of the interrelationships between motivation, engagement, and learning in educational games	2013	Educational Technology and Society	–	232
3	Building virtual cities, inspiring intelligent citizens: Digital games for civic learning	2012	Computers and Education	10.1016/j.compedu.2012.01.012	224
4	Evolution Is Not Enough: Revolutionizing Current Learning Environments of Educational Institutions	2016	Int. J. of Artificial Intelligence in Education	10.1007/s40593-016-0108-x	218
5	Artificial Intelligence Potential in Higher Education: A Systematic Literature Review	2022	Sustainability (Switzerland)	10.3390/su14105842	94
6	Using sequence mining to reveal the efficiency of learning design in gamified courses	2018	Learning and Instruction	10.1016/j.learninstruc.2017.08.005	93
7	Self-regulation and gender within a game-based learning environment	2014	Journal of Educational Psychology	10.1037/a0037116	79
8	Potential and limits of game-based learning	2020	Int. J. of Technology Enhanced Learning	10.1504/IJTEL.2020.110047	73
9	DeepStealth: Game-Based Learning Stealth Assessment Model for 21st-Century Skills	2020	IEEE Transactions on Learning Technologies	10.1109/TLT.2019.2922356	71
10	Enhancing students' computational thinking skills through game-based learning	2023	Computers and Education	10.1016/j.compedu.2023.104794	70

2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La investigación adopta un enfoque cualitativo de corte interpretativo, inscrito en la *investigación basada en el diseño* (*Design-Based Research*, DBR) en su modalidad conceptual [2, 3]. El objetivo es la construcción de un marco teórico-co-pedagógico que fundamente el diseño de experiencias gamificadas mediante cartas, en el área de Biología y Geología de 1.º de Educación Secundaria Obligatoria.

Construcción del modelo de seis dimensiones

Los resultados de la revisión de la literatura pusieron de manifiesto la necesidad de avanzar hacia marcos de diseño educativo capaces de integrar de manera coherente los planos cognitivo, estético y competencial. Para dar respuesta a esta necesidad se recurrió a referentes teóricos consolidados del aprendizaje y la instrucción —Merrill [10], Anderson y Krathwohl [11], Zohar y Dori [12] y Gee [14]—, complementados con el marco *Mecánicas–Dinámicas–Estéticas* (MDE) formulado por Hunicke, LeBlanc y Zubek [13]. Este último describe cómo las mecánicas de un sistema generan dinámicas de interacción que, a su vez, producen experiencias estéticas de implicación y significado, una lógica especialmente pertinente para el diseño de entornos de aprendizaje motivadores.

A partir de estos fundamentos se desarrolló un proceso de síntesis inductivo–deductiva orientado a trasladar los principios del MDE al contexto educativo. En la fase inductiva se identificaron regularidades entre los modelos analizados que sustentan el aprendizaje activo, la progresión cognitiva y la experiencia significativa del estudiante. En la fase deductiva, dichos principios se concretaron en seis dimensiones de diseño educativo aplicables al desarrollo de cartas como microestructuras de aprendizaje. Cada dimensión se definió atendiendo a tres criterios de calidad: *pertinencia pedagógica*, *capacidad de generalización* y *coherencia estructural*.

El modelo resultante, denominado MDE–6D, amplía el esquema original del MDE mediante seis dimensiones interrelacionadas que articulan los planos intencional, lúdico y cognitivo del aprendizaje. La primera, **tipo de carta**, determina la función didáctica del recurso —conocimiento, acción, dilema o rol— y el modo en que se activa la experiencia de aprendizaje. La segunda, **intencionalidad instruccional**, orienta la representación del saber científico mediante estrategias de aprendizaje activo y visualización conceptual. En tercer lugar, la **vinculación competencial** concreta las competencias clave movilizadas en cada propuesta, con especial énfasis como ejemplo —la competencia científica y la capacidad de interpretar fenómenos geológicos— desde un enfoque sistémico.

La cuarta dimensión, **contexto narrativo**, sitúa el aprendizaje en un marco ficcional o experiencial que dota de sentido a las tareas y estimula la implicación emocional del alumnado. La quinta, **mecánica de interacción**, define las acciones que permiten al estudiante experimentar, manipular o representar los procesos naturales, facilitando la transferencia entre teoría y práctica. Finalmente, la sexta dimensión, **reto cognitivo y metarreflexión**, impulsa la reflexión sobre las propias estrategias de razonamiento y la toma de conciencia del proceso de aprendizaje, favoreciendo la autorregulación y el pensamiento de orden superior.

Cada tipo de carta enfatiza un conjunto particular de dimensiones: las cartas de conocimiento se centran en la intencionalidad instruccional; las de acción, en la mecánica de interacción; las de dilema, en el reto cognitivo; y las de rol integran las seis dimensiones de manera cohesionada. En conjunto, el modelo proporciona un marco de diseño flexible y transferible que vincula la estructura lúdica del juego con los procesos cognitivos y competenciales del aprendizaje.

La Tabla 2 sintetiza las seis dimensiones del modelo MDE–6D, describiendo su función y alcance dentro del proceso de diseño educativo.

En esta línea, las aproximaciones recientes al diseño instruccional refuerzan la pertinencia de modelos integradores basados en ciclos de aprendizaje estructurados. El modelo *6E Learning by Design (LbD)* [15] amplía el clásico esquema 5E mediante seis fases —*Engage, Explore, Explain, Engineer, Enrich* y *Evaluate*— que promueven la creatividad, la indagación y la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, en contextos educativos. De forma complementaria, el marco de *Learning Experience Design* propuesto por Aloizou et al. [16] enfatiza la importancia del aprendizaje multimodal y la orquestación de experiencias que integren dimensiones cognitivas, emocionales y sensoriales. Ambos enfoques resultan convergentes con la lógica del modelo MDE–6D, al situar el aprendizaje como un proceso de diseño que conecta emoción, cognición y acción desde una perspectiva competencial, creativa y tecnológicamente mediada.

En esta línea, las aproximaciones recientes al diseño instruccional refuerzan la pertinencia de modelos integradores basados en ciclos de aprendizaje estructurados. El modelo *6E Learning by Design (LbD)* [15] amplía el clásico esquema 5E mediante seis fases —*Engage, Explore, Explain, Engineer, Enrich* y *Evaluate*— que promueven la creatividad, la indagación y la integración de tecnologías emergentes, como la inteligencia artificial, en contextos educativos. Esta orientación resulta convergente con la lógica del modelo MDE–6D, al situar el aprendizaje como un proceso de diseño que conecta emoción, cognición y acción desde una perspectiva competencial y multimodal.

Validación teórica y alineación curricular

La validación del modelo se desarrolló mediante triangulación conceptual y contraste teórico. Antes de su análisis formal, se examinó la correspondencia del modelo con la taxonomía revisada de Bloom propuesta por Anderson y Krathwohl [11]. Esta taxonomía organiza los procesos cognitivos en una secuencia ascendente de complejidad —recordar, comprender, aplicar, analizar, evaluar y crear—, vinculándolos además con distintos tipos de conocimiento: factual, conceptual, procedimental y metacognitivo.

En el marco del modelo MDE–6D, esta estructura actúa como referente para graduar el nivel de reto cognitivo y orientar la progresión interna de las cartas. Las cartas de conocimiento se sitúan en los niveles de recordar y comprender; las de acción en el nivel de aplicar; las de dilema promueven analizar y evaluar; y las de rol se asocian al nivel de crear, integrando las dimensiones previas en una experiencia completa de autorregulación y pensamiento de orden superior.

A partir de esta correspondencia, la estructura del modelo se contrastó con los principios del diseño instruccional de Merrill [10], verificando su coherencia con las fases de activación, demostración, aplicación e integración. Este contraste permitió confirmar que las seis dimensiones del modelo mantienen una relación directa con los procesos cognitivos implicados en el aprendizaje competencial.

Posteriormente, se estableció su alineación con el marco competencial de la LOMLOE [1], evidenciando su potencial para operacionalizar las competencias clave a través de la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la metarreflexión.

En coherencia con Zohar y Dori [12], las cartas de dilema y de rol se conciben como instrumentos para promover la argumentación, la toma de decisiones y la reflexión metacognitiva, facilitando el desarrollo del pensamiento de orden superior.

Aunque las seis dimensiones funcionan de manera integrada, el **tipo de carta** cumple una función estructural dentro del modelo, pues define la naturaleza del recurso didáctico y condiciona la forma en que se articulan las restantes dimensiones. De este modo, las cartas no se conciben como productos externos al modelo, sino como artefactos pedagógicos en los que las dimensiones de diseño se hacen operativas.

Finalmente, el proceso de validación se completó mediante una revisión interna de coherencia teórica, centrada en la claridad conceptual, la adecuación terminológica y la consistencia entre las seis dimensiones del modelo.

Cuadro 2: Dimensiones del modelo MDE–6D y su descripción funcional.

Dimensión	Descripción breve
Tipo de carta	Determina la función didáctica del recurso (<i>conocimiento, acción, dilema o rol</i>) y el modo en que se activa la experiencia de aprendizaje.
Intencionalidad instruccional	Define el propósito cognitivo y competencial de la carta, orientando la representación del saber científico y su relación con el currículo.
Vinculación competencial	Identifica las competencias clave movilizadas en la propuesta, especialmente la competencia científica, la digital y la de aprender a aprender.
Contexto narrativo	Sitúa el aprendizaje en un marco ficcional o experiencial que dota de sentido al reto y fomenta la implicación emocional del alumnado.
Mecánica de interacción	Especifica las acciones, reglas y dinámicas que estructuran la participación del estudiante, facilitando la conexión entre teoría y práctica.
Reto cognitivo y metarreflexión	Promueve la reflexión sobre las estrategias de razonamiento empleadas y la toma de conciencia del propio proceso de aprendizaje, impulsando el pensamiento de orden superior.

Estructura global del modelo MDE–6D

La Figura 1 sintetiza la organización jerárquica del modelo, mostrando la relación entre los niveles *mecánico, dinámico y estético* del marco MDE y las seis dimensiones de diseño educativo del modelo 6D. La estructura refleja la correspondencia entre las categorías de carta (acción, conocimiento, dilema y rol) y los procesos cognitivos implicados, constituyendo la base analítica sobre la que se construyen los materiales gamificados. El anillo intermedio, rotulado como *Cognición*, representa la traducción pedagógica del modelo MDE hacia el dominio del aprendizaje. Simboliza el espacio donde la interacción lúdica se transforma en procesamiento cognitivo, conectando las mecánicas y dinámicas del diseño con los niveles de la taxonomía de Bloom y las fases instruccionales de Merrill.

3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

El análisis de resultados se orientó a la traducción visual y pedagógica del modelo MDE–6D, con el objetivo de comprobar su aplicabilidad al diseño de materiales gamificados. Las figuras elaboradas actúan como evidencias conceptuales del proceso de validación teórica, mostrando cómo los principios del modelo se transforman en artefactos didácticos concretos.

Como caso de aplicación curricular, se seleccionaron los *saberes básicos de Geología de 1.º de ESO*, por su potencial explicativo y por la posibilidad de vincular los procesos de aprendizaje con fenómenos naturales observables. Las cartas diseñadas —de conocimiento, acción, dilema y rol— constituyen ejemplos de operacionalización del modelo en un contexto científico escolar, favoreciendo la comprensión de los procesos geológicos desde una perspectiva experiencial y competencial.

Aunque todas las cartas sitúan al alumnado en una mirada científica propia del trabajo geológico, la carta de rol es la única que convierte esa perspectiva en una identidad narrativa dentro del juego, integrando la dimensión simbólica y expresiva del aprendizaje.

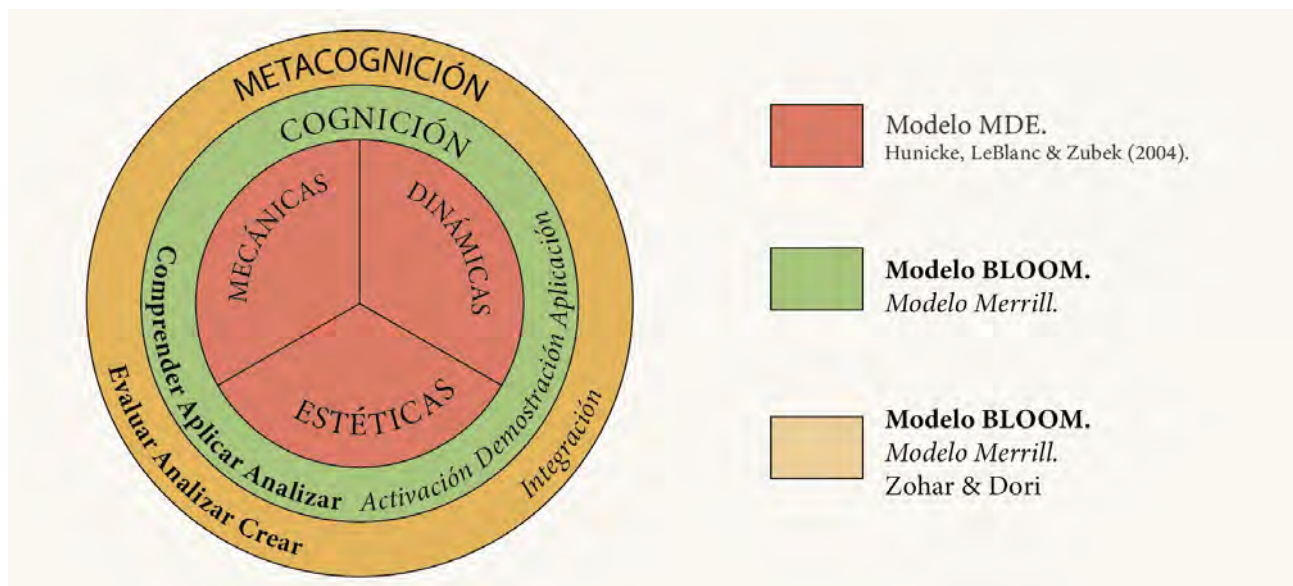


Figura 1: Modelo MDE-6D. El núcleo del modelo corresponde al plano experiencial del diseño lúdico (MDE). El anillo intermedio representa los procesos cognitivos y las fases instruccionales (Bloom y Merrill), mientras que el anillo exterior integra los niveles de pensamiento de orden superior y la metacognición (Bloom, Merrill y Zohar & Dori).

Carta de conocimiento: “La Voz del Fuego Antiguo”

La Figura 2 ejemplifica la carta de conocimiento, destinada a introducir de manera conceptual un saber básico. Bajo el título *La Voz del Fuego Antiguo*, aborda el estudio de las rocas ígneas mediante un relato simbólico que personifica la Tierra y el origen del magma. Su narrativa poético-científica promueve la comprensión de los procesos de fusión y enfriamiento, vinculando emoción y conocimiento.

En el plano instruccional, activa las fases de *activación* y *demonstración* de Merrill y los niveles *comprender* y *aplicar* de Bloom. Además, estimula el pensamiento de orden superior descrito por Zohar y Dori mediante la observación reflexiva y la transferencia conceptual.

Su estructura integra las seis dimensiones de diseño educativo del modelo MDE-6D: intencionalidad instruccional (introducir el saber), contexto narrativo (la Tierra como voz del conocimiento), mecánica de interacción (lectura e interpretación del texto), vinculación competencial (competencia científica y aprender a aprender), *feedback* (contraste con la observación de muestras reales) y reto cognitivo y metarreflexión (relacionar teoría y evidencia).

Carta de acción: “El Ciclo Infinito”

La Figura 3 representa la carta de acción, orientada a la aplicación práctica de los contenidos. Bajo el título *El Ciclo Infinito*, el alumnado asume el rol de geólogo/a para reconstruir el ciclo de las rocas mediante la observación y la representación visual.

Esta carta se sitúa en el nivel *mecánico* del aprendizaje, donde el conocimiento se consolida a través de la manipulación simbólica y la exploración de procesos. En términos instruccionales, corresponde a la fase de *aplicación* de Merrill y al nivel *analizar* de Bloom, promoviendo la comprensión a través de la acción. Su dimensión emocional emerge del reconocimiento de la transformación continua de la materia, reforzando la idea de cambio y permanencia en la Tierra y vinculando la experiencia práctica con la reflexión conceptual.

Carta de dilema: “La Montaña Silente”

La Figura 4 introduce el componente ético y reflexivo del modelo. En *La Montaña Silente*, el alumnado se enfrenta al dilema de decidir entre la explotación minera y la conservación del paisaje natural. La carta sitúa el aprendizaje en el nivel *emocional* del modelo MDE, promoviendo la argumentación y la toma de decisiones fundamentadas.

 LA VOZ DEL FUEGO ANTIGUO Nací del fuego y del abismo. En el corazón de la Tierra fui magna, una corriente incandescente que buscaba la superficie. Cuando el calor cedió, me volví sólida: cristal a cristal, el fuego se transformó en piedra. Si me observas con atención, descubrirás que mi textura guarda la historia de mi enfriamiento. Algunas de mis hermanas se formaron en las profundidades, lentas y de granos visibles, otras surgieron al aire libre, enfriadas con furia y llenas de vesículas del aliento del volcán. MISIÓN DEL GEÓLOGO APRENDIZ Observa una roca ígnea y descubre las huellas de su nacimiento. ¿Sus cristales son grandes o diminutos? ¿Lisos o rugosos? Usa tu lupa como si fuera un ojo del tiempo: cuanto más visibles los cristales más lenta fue su historia. Clasifica tu muestra.	Tipo de carta Carta de conocimiento orientada a explorar los fundamentos teóricos del tema y activar la curiosidad científica del alumnado. Sirve como punto de partida conceptual para la secuencia gamificada.	Intencionalidad instruccional Presenta o refuerza los saberes básicos a través de la comprensión de los procesos magmáticos y el ciclo de las rocas. Permite relacionar la teoría geológica con los fenómenos observables.	Vinculación competencial Articula la conexión entre contenidos curriculares y competencias específicas. Desarrolla la competencia científica STEM al fomentar la interpretación de evidencias naturales.
	Contexto narrativo La voz narrativa actúa como mediadora entre el conocimiento geológico y la emoción estética, facilitando la comprensión a través de la metáfora y la personificación.	Mecánica de interacción El alumnado analiza muestras o imágenes para inferir procesos de formación, estableciendo vínculos entre teoría y evidencia empírica.	Reto cognitivo y metarreflexión Promueve la metarreflexión al invitar a pensar sobre cómo se construye el conocimiento geológico y sobre la temporalidad de los procesos naturales.

Figura 2: Carta de conocimiento “La Voz del Fuego Antiguo”, donde se reconocen las características de los minerales y rocas y se relacionan con los procesos que las originan, dentro del modelo MDE–6D. Fuente: elaboración propia.

 EL CICLO INFINITO Nada en mí permanece, y sin embargo, nada se pierde. Soy la roca que un día fue magma, arena y polvo. El tiempo, el calor y la presión son mis caminos: me transforman, me rompen y me rehacen. Si me sigues con paciencia, verás como el fuego se vuelve piedra, la piedra se disuelve en sedimento y el sedimento renace en montaña. Así gira mi destino, una y otra vez, en el ciclo eterno de la Tierra. MISIÓN DEL GEÓLOGO/A EN ACCIÓN Representa el viaje de una roca a través de su ciclo vital. Dibuja o construye un esquema que muestre etapas de transformación: ígnea → sedimentaria → metamórfica → ígnea.	Tipo de carta Carta de acción que promueve la aplicación práctica de los conocimientos geológicos y la experimentación con los procesos del ciclo de las rocas.	Intencionalidad instruccional Favorece el aprendizaje activo mediante la representación y explicación de las transformaciones de las rocas.	Vinculación competencial Desarrolla la competencia científica al relacionar observaciones, modelos y explicaciones sobre el ciclo litológico.
	Contexto narrativo Propone una misión en la que el alumnado asume el rol de geólogo en acción, encargado de reconstruir el viaje continuo de la materia terrestre.	Mecánica de interacción Activa el aprendizaje mediante la creación de modelos. Implica observar, identificar, relacionar y representar de manera secuencial los cambios en el ciclo de las rocas.	Reto cognitivo y metarreflexión Promueve la reflexión sobre cómo las fuerzas naturales actúan en equilibrio y sobre el papel del tiempo geológico en la transformación de la materia.

Figura 3: Carta de acción “El Ciclo Infinito”, donde se reconocen y explican el ciclo de las rocas y los procesos geológicos que las transforman, dentro del modelo MDE–6D. Fuente: elaboración propia.

En términos de diseño instruccional, se asocia con la fase de *integración* de Merrill y con los niveles *evaluar* y *crear* de Bloom, desarrollando competencias cívicas, científicas y de sostenibilidad. Su narrativa simbólica activa la empatía y el pensamiento crítico, mientras que el reto cognitivo impulsa la metarreflexión sobre la relación entre ciencia, ética y sociedad.

Carta de rol: “La Guardiana de las Islas de Piedra”

La Figura 5 cierra la secuencia con una carta de rol vinculada al saber básico sobre la identificación de rocas y minerales de Canarias y su localización en paisajes concretos. El alumnado adopta el papel de investigador o “guardiana” del tiempo geológico, conectando conocimiento científico y patrimonio natural.

 LA MONTAÑA SILENTE Durante millones de años dormí bajo la ruina el sol, tallada por el viento y coronada de líquenes. Mis entrañas guardan minerales que los humanos llaman tesoros. Ahora llegan máquinas que me desmenuza, polvo y roca vuelven a mezclarse en el aire. Si extraen mis metales, iluminarán ciudades, fabricarán tecnología y construirán hogares. ¿Qué pesa más: el progreso o la permanencia? DILEMA DEL APRENDIZ GEÓLOGO Un equipo de investigación ha descubierto un gran yacimiento mineral en una reserva natural. Analiza las ventajas y riesgos de su explotación: ¿Qué consecuencias tendría para el entorno y el paisaje?	Tipo de carta Carta de dilema que plantea un conflicto ético y científico sobre el uso de los recursos naturales, promoviendo el pensamiento crítico y la toma de decisiones fundamentadas.	Intencionalidad instruccional Favorece la comprensión y valoración de los impactos de la actividad humana. Aplica los conocimientos científicos a situaciones reales, desarrollando juicio ético y argumentación.	Vinculación competencial Desarrolla competencias STEM, social y cívica y en sostenibilidad, al analizar consecuencias ambientales, económicas y sociales.
	Contexto narrativo La narrativa conecta emoción, ciencia y ética. Presenta una situación verosímil en la que se introduce un dilema sobre la explotación de recursos geológicos.	Mecánica de interacción Activa el debate, la argumentación y la toma de decisiones colaborativa. Los jugadores deben identificar distintas perspectivas, justificar sus propuestas y consensuar una respuesta.	Reto cognitivo y metarreflexión Requiere analizar información, valorar y crear soluciones sostenibles. Fomenta la metarreflexión al considerar cómo las decisiones humanas transforman la Tierra.

Figura 4: Carta de dilema “La Montaña Silente”, que aborda el reconocimiento de los materiales geológicos y la valoración de su uso responsable y sostenible en la sociedad, dentro del modelo MDE–6D. Fuente: elaboración propia.

Desde el marco MDE, esta carta combina los tres niveles —mecánico, dinámico y estético—, representando la síntesis entre acción, comprensión y conciencia. En el plano instruccional se alinea con las fases de *aplicación* e *integración* de Merrill, y con los niveles *analizar* y *crear* de Bloom. Fomenta la observación directa, la documentación visual y la producción de materiales, configurando un aprendizaje situado y significativo.

 LA GUARDIANA DE LAS ISLAS DE PIEDRA Camino sobre un archipiélago nacido del fuego. En cada isla reconozco un rostro distinto de la Tierra: coladas negras, basaltos rojos, arenas doradas y rocas que un día fueron magma. Soy la Guardiana de las Islas de Piedra. Mi tarea es escuchar el eco de los volcanes dormidos y descifrar cómo el fuego moldeó estos paisajes. Las rocas hablan: cuentan historias de erupciones, océanos antiguos y vientos que no cesan. Quien aprenda a oírlos comprenderá cómo las Canarias son la memoria viva del planeta. ROL DEL GEÓLOGO/A DE LAS ISLAS Asume el papel de investigador/a de campo. Elabora una guía visual de las principales rocas y minerales de Canarias. Localiza en un mapa los paisajes donde aparecen, y describe como se formaron.	Tipo de carta Carta de rol que invita al alumnado a asumir la identidad de un/a geólogo/a que investiga el origen y la distribución de las rocas en el archipiélago canario, integrando ciencia.	Intencionalidad instruccional Favorece la comprensión de la diversidad geológica de Canarias y la relación entre los tipos de rocas y los procesos que las originan.	Vinculación competencial Desarrolla competencias STEM, social y cívica y en conciencia y expresiones culturales. Conecta el conocimiento geológico con el entorno cercano, reforzando la identidad ambiental y el pensamiento sostenible.
	Contexto narrativo Propone un relato inmersivo en el que el alumnado encarna a la “guardiana” o “investigador/a” del tiempo geológico. El paisaje volcánico de Canarias se convierte en escenario de exploración y descubrimiento científico.	Mecánica de interacción Activa la observación directa, la documentación visual y la representación cartográfica. El alumnado elabora guías o mapas que relacionan rocas, minerales y paisajes, aplicando métodos de clasificación científica.	Reto cognitivo y metarreflexión Impulsa la comprensión de la relación entre geología y territorio. Fomenta la metarreflexión sobre cómo el estudio de las rocas permite reconstruir la historia natural de las islas y reconocer su valor patrimonial.

Figura 5: Carta de rol “LaGuardiana de las Islas de Piedra”, vinculada a la identificación de rocas y minerales de Canarias y su localización en paisajes concretos; invita al alumnado a adoptar el papel de geólogo/a de campo, dentro del modelo MDE–6D. Fuente: elaboración propia.

4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

Los resultados del diseño y aplicación del modelo MDE–6D confirman su coherencia teórica y su capacidad para integrar emoción, cognición y competencia dentro de experiencias gamificadas con valor curricular. La implementación en el área de

Geología de 1.º de ESO muestra que las seis dimensiones de diseño educativo operan de forma complementaria, generando aprendizajes activos, reflexivos y emocionalmente significativos.

Las cartas de conocimiento y acción favorecen la comprensión y la aplicación de los saberes científicos, mientras que las de dilema y rol promueven la reflexión ética, la creatividad y la metacognición. En conjunto, estas evidencias visuales y pedagógicas demuestran que el modelo logra un equilibrio entre la motivación lúdica y la profundidad cognitiva, transformando la mecánica del juego en aprendizaje competencial.

Desde una perspectiva teórica, el MDE–6D actúa como un *modelo puente* que traduce los principios del diseño de juegos al marco de la enseñanza por competencias, contribuyendo a superar la tradicional separación entre lo lúdico y lo académico. Su estructura tripartita —intencionalidad instruccional, arquitectura lúdica y regulación cognitiva— refuerza la conexión entre objetivos, estrategias y evaluación del aprendizaje, ofreciendo un marco coherente y adaptable a diferentes áreas de conocimiento.

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

El modelo MDE–6D se consolida como una propuesta teórico–pedagógica eficaz para diseñar experiencias gamificadas que vinculan emoción, pensamiento y acción. Su aplicación en geología evidencia su utilidad para facilitar la comprensión de procesos naturales, fomentar el pensamiento crítico y promover la reflexión sobre la relación entre ciencia y sociedad.

Las cartas de conocimiento, acción, dilema y rol funcionan como microestructuras de aprendizaje que permiten articular los objetivos competenciales con la interacción lúdica, generando entornos motivadores y cognitivamente exigentes.

Se recomienda continuar la investigación mediante la validación empírica del modelo en contextos reales de aula, así como explorar su transferencia a otras áreas y niveles educativos. Del mismo modo, resultará pertinente analizar su impacto en la motivación, la autorregulación y la adquisición de competencias clave desde una perspectiva longitudinal.

REFERENCIAS

- [1] Gobierno de Canarias, Decreto 30/2023, de 16 de marzo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias (2023). BOC n.º 54, 17 de marzo.
- [2] Plomp, T. et al., Educational design research: An introduction *Educational design research* **1**, 11–50 (2013).
- [3] McKenney, S. and Reeves, T. C., [*Conducting Educational Design Research*], Routledge (Sept. 2018).
- [4] Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R., and Nacke, L., From game design elements to gamefulness: defining “gamification” in [*Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference: Envisioning Future Media Environments*], *MindTrek '11*, 9–15, ACM (Sept. 2011).
- [5] Kapp, K. M., [*The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*], John Wiley & Sons (2012).
- [6] Werbach, K. and Hunter, D., [*For the Win: How Game Thinking Can Revolutionize Your Business*], Wharton Digital Press (2001).
- [7] Hamari, J., Koivisto, J., and Sarsa, H., Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification in [*Proceedings of the 47th Hawaii International Conference on System Sciences*], 3025–3034 (2014).
- [8] Subhash, S. and Cudney, E. A., Gamified learning in higher education: A systematic review of the literature *Computers in Human Behavior* **87**, 192–206 (2018).
- [9] Nah, F. F.-H., Zeng, Q., Telaprolu, V. R., Ayyappa, A. P., and Eschenbrenner, B., Gamification in education and learning: A review of empirical research *Computers in Human Behavior Reports* **4**, 100147 (2021).
- [10] Merrill, M. D., First principles of instruction *Educational Technology Research and Development* **50**, 43–59 (Sept. 2002).

- [11] Anderson, L. and Krathwohl, D., [*A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom's Taxonomy of Educational Objectives*], Longman (2001).
- [12] Zohar, A. and Dori, Y. J., Higher Order Thinking Skills and Low-Achieving Students: Are They Mutually Exclusive? *Journal of the Learning Sciences* **12**, 145–181 (Apr. 2003).
- [13] Hunicke, R., LeBlanc, M., Zubek, R., et al., MDA: A formal approach to game design and game research in [*Proceedings of the AAAI Workshop on Challenges in Game AI*], **4**(1), 1722, San Jose, CA (2004).
- [14] Gee, J. P., What video games have to teach us about learning and literacy *Computers in Entertainment* **1**, 20–20 (Oct. 2003).
- [15] Saimon, M., Mtenzi, F., Lavicza, Z., Fenyvesi, K., Arnold, M., and Diego-Mantecón, J. M., Applying the 6E learning by design model to support student teachers to integrate artificial intelligence applications in their classroom *Education and Information Technologies* **29**, 23937–23954 (June 2024).
- [16] Aloizou, V., Ioannou, A., Boloudakis, M., and Retalis, S., A learning experience design framework for multimodal learning in the early childhood *Smart Learning Environments* **12** (Apr. 2025).

El vínculo entre la personalidad oscura y ciberacoso sexual como barrera a la innovación educativa

Mónica Pellejero^a[0000-0001-6221-2963], Daniel L. Cerviño-Cortínez^b[0000-0002-7354-7117], Dounia Achiraqui^c[0009-0000-4369-8005], and Agustín J. Sánchez Medina^{*a}[0000-1111-2222-3333],

^aUniversidad de Las Palmas de Gran Canaria; ^bUniversidad del Atlántico Medio; ^cÉcole Nationale de Commerce et de Gestion de Tanger.

*agustin.sanchez@ulpgc.es

ABSTRACT

No es una novedad destacar el importante papel que están teniendo las tecnologías en la innovación educativa ni la relevancia que las instituciones educativas les están otorgando. No obstante, si bien es innegable que dichas tecnologías han permitido mejoras en este campo, no es menos cierto que también han propiciado la proliferación de conductas no deseables como puede ser el ciberacoso sexual. El presente trabajo aborda la importancia que tiene el vínculo entre la personalidad oscura y el ciberacoso sexual como una barrera a la innovación educativa. Para ello, se ha analizado cómo la tríada oscura (compuesta por el maquiavelismo, la psicopatía y el narcisismo) presenta un efecto directo y positivo sobre el ciberacoso sexual en estudiantes universitarios. Además, se realiza un análisis comparativo entre hombres y mujeres acerca de las condiciones necesarias sobre dicha relación. Se demuestra que la existencia de la tríada oscura no es necesaria en los hombres para que exista ciberacoso sexual, mientras que sí lo es en las mujeres. Para obtener dichos resultados, se aplicó una metodología híbrida basada en *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) y *Necessary Condition Analysis* (NCA) sobre datos recogidos de encuestas a 250 universitarios procedentes de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

Keywords: personalidad oscura, ciberacoso sexual, innovación educativa, *Partial Least Squares Structural Equation Modeling*, *Necessary Condition Analysis*.

1. INTRODUCCIÓN

No cabe duda alguna sobre que los avances en la tecnología de las comunicaciones han modificado la forma en que las personas interactúan en todas las facetas de la vida y, si bien ha permitido cambios significativamente positivos, también ha facilitado el que se generen transgresiones y abusos [1,2]. En este contexto de una sociedad cada vez más conectada, las universidades han adoptado distintas estrategias de innovación educativa conducentes a la mejora del aprendizaje donde se hace uso de estas tecnologías. Evidentemente, estos avances tecnológicos también han traído consigo nuevos desafíos, entre ellos, afrontar el incremento de situaciones de ciberacoso dentro del entorno universitario. Así, no cabe duda de que la mayor digitalización genera un caldo de cultivo adecuado para que se pueda dar ciberacoso sexual, lo cual genera un problema importante. En este sentido, Peprah *et al.* y Ehman y Gross consideran que algunas de las consecuencias de este tipo de acoso son el bajo rendimiento académico, el aumento de síntomas de ansiedad y depresión, el deterioro de la autoestima, o el aislamiento social [2,3]. Así pues, acciones que en un principio se toman para mejorar la calidad educativa, pueden suponer un grave problema para algunos estudiantes si no se toman las medidas adecuadas.

Diversos trabajos han establecido la relación entre la personalidad o tríada oscura (narcisismo, psicopatía y maquiavelismo) estableciendo la relación de las variables que lo componen con el ciberacoso sexual [4,5]. Sin embargo, no se han encontrado trabajos previos que analicen la personalidad oscura como un solo constructo de segundo orden, en el que se considere que las personas con altos valores en las tres dimensiones que la componen presentan la tríada oscura en su conjunto. La importancia de este trabajo radica en que aporte un mayor conocimiento sobre un problema muy poco estudiado y nada marginal. Tanto es así que Lyndon *et al.* ya reportaban en su estudio con estudiantes universitarios que el 67% de los participantes encuestados admitió haber participado en al menos un comportamiento de acoso hacia una expareja [6]. Por su parte, el Cyberbullying Research Center afirma que en una muestra de estudiantes de educación

secundario o bachillerato, desde 2016 hasta 2025 la victimización por este tipo de acoso ha pasado del 16,7% al 32,7%, mientras que los delitos de acoso han pasado del 5,7 al 16,1% [7].

En los resultados, cabe destacar que en los hombres la tríada oscura no es una condición necesaria para acometer ciberacoso sexual, mientras que sí lo es en las mujeres. Para realizar este trabajo se ha empleado una muestra de 250 estudiantes de la ULPGC (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria) a los que les pasó una encuesta. En dicha encuesta no se les pidió nombre ni ningún otro dato por el que pudieran ser identificados. Para el análisis de datos se empleó una metodología híbrida basada en *Partial Least Squares Structural Equation Modeling* (PLS-SEM) y *Necessary Condition Analysis* (NCA) mediante la aplicación del software SmartPLS en su versión 4.

2. MARCO TEÓRICO

El ciberacoso es una forma de agresión intencional que se lleva a cabo de manera repetida a través de medios electrónicos, como redes sociales, mensajes de texto, correos electrónicos o plataformas digitales. A diferencia del acoso tradicional, el ciberacoso se caracteriza por su alcance masivo, la posibilidad de anonimato del agresor y la permanencia del contenido ofensivo en línea, lo que puede intensificar el daño psicológico en la víctima [3]. El ciberacoso sexual comparte elementos con el tradicional, como la repetición, la intencionalidad, el daño y el desequilibrio de poder, pero se diferencia por su contexto digital, donde la agresión puede ser amplificada por la viralidad de los contenidos y la dificultad para identificar al agresor [5]. De este modo, se podría definir como un comportamiento sexualmente agresivo o coercitivo facilitado a través del uso de medios electrónicos (*e.g.*, mensajes de texto, redes sociales, aplicaciones de teléfono móvil, etc.). Este tipo de ciberacoso puede manifestarse a través de mensajes, imágenes, videos o publicaciones en línea con contenido sexual explícito, y puede tener como objetivo humillar, intimidar o controlar a la víctima [3,5].

Por otro lado, distintos trabajos académicos han identificado factores propios del individuo y contextuales que incrementan la probabilidad de que ocurra este tipo de acoso. Así Peprah *et al.* señalan al consumo de sustancias, la soledad o la falta de apoyo de personas cercanas [2]. Por su parte, Sánchez-Medina *et al.* encuentran en rasgos de personalidad del propio individuo, concretamente la tríada oscura, un motivo para que exista una mayor propensión a cometer ciberacoso sexual [5]. Es precisamente esta última relación la que será objeto de estudio en el presente trabajo.

La tríada oscura es un constructo psicológico que agrupa tres rasgos de personalidad socialmente aversivos: narcisismo, maquiavelismo y psicopatía. Aunque cada uno tiene raíces teóricas distintas, comparten una base común caracterizada por la manipulación interpersonal, la insensibilidad emocional y la tendencia a la explotación de los demás [5]. Según Jones y Paulhus estos tres rasgos se distinguen de la siguiente manera [8]. El narcisismo se caracteriza por la grandiosidad, el deseo de admiración y la autoimportancia. Aunque puede incluir comportamientos manipulativos, su motivación principal es el refuerzo del ego. Por otro lado, el maquiavelismo implica una visión cínica del mundo, manipulación estratégica y orientación hacia el beneficio personal a largo plazo. A diferencia de la psicopatía, los maquiavélicos planifican cuidadosamente y cuidan su reputación. Finalmente, la psicopatía se define por la impulsividad, la falta de empatía, el desprecio por las normas sociales y una tendencia hacia comportamientos antisociales y agresivos. Tratándose del rasgo más asociado con el daño directo.

Diversos estudios y metaanálisis confirman que los tres rasgos de la tríada oscura se asocian positivamente con el ciberacoso, siendo la psicopatía el predictor más robusto y consistente de conductas de ciberagresión y ciberacoso, tanto en adolescentes como en adultos [9,10,11,12]. El maquiavelismo y el narcisismo también muestran asociaciones positivas, aunque generalmente más débiles y menos consistentes, especialmente el narcisismo [9,10,11,12]. Además, la combinación de altos niveles de psicopatía y maquiavelismo incrementa la probabilidad de conductas de ciberacoso, y la interacción entre psicopatía y narcisismo predice formas específicas de agresión en línea [10,13,14]. Ante esto, no es descabellado enunciar que las personas que presentan los tres rasgos de personalidad oscura puedan tener una mayor tendencia al ciberacoso sexual. Por ello, se formula la siguiente hipótesis:

H1: La tríada oscura se relaciona positivamente con el ciberacoso sexual.

3. METODOLOGÍA

Para realizar este trabajo se utilizó una muestra recogida aleatoriamente entre los estudiantes de la ULPGC (Universidad de Las Palmas de Gran Canaria). El número de estudiantes universitarios que fueron encuestados fue de 250. En dicha encuesta se preguntó por las dos variables que se estudiaron, es decir, la tríada oscura y el ciberacoso sexual. Para ambos casos se emplearon escalas validadas. Por un lado, para medir la tríada oscura se empleó una adaptación del trabajo de Jonanson y Webster [15]. Por otro lado, para medir el ciberacoso sexual se utilizó una adaptación de las escalas propuestas en diversos trabajos [16,17]. Todos los ítems se calificaron en una escala Likert de 7 puntos. Además, cabe mencionar que en todo momento se garantizó el anonimato de los encuestados y no se recogió ni almacenó ningún dato identificativo. Finalmente, indicar que el análisis de datos se realizó siguiendo una metodología híbrida basada en la aplicación conjunta de PLS-SEM y NCA. Esta metodología híbrida permite a través de PLS-SEM verificar el modelo estructural considerando una lógica de suficiencia, mientras que NCA complementa dicha técnica mediante un análisis basado en las condiciones necesarias [18].

4. RESULTADOS

En esta sección se presentan los resultados obtenidos de la aplicación de PLS-SEM y NCA. Comenzando con el primero, para construir el constructo de segundo orden tríada oscura, se partió de un primer modelo en el que se incluyeron los tres constructos que conforman la tríada oscura (véase Figura 1). Dicho modelo sirvió para calcular los valores latentes que servirían como indicadores para el constructo de segundo orden (véase Figura 2).

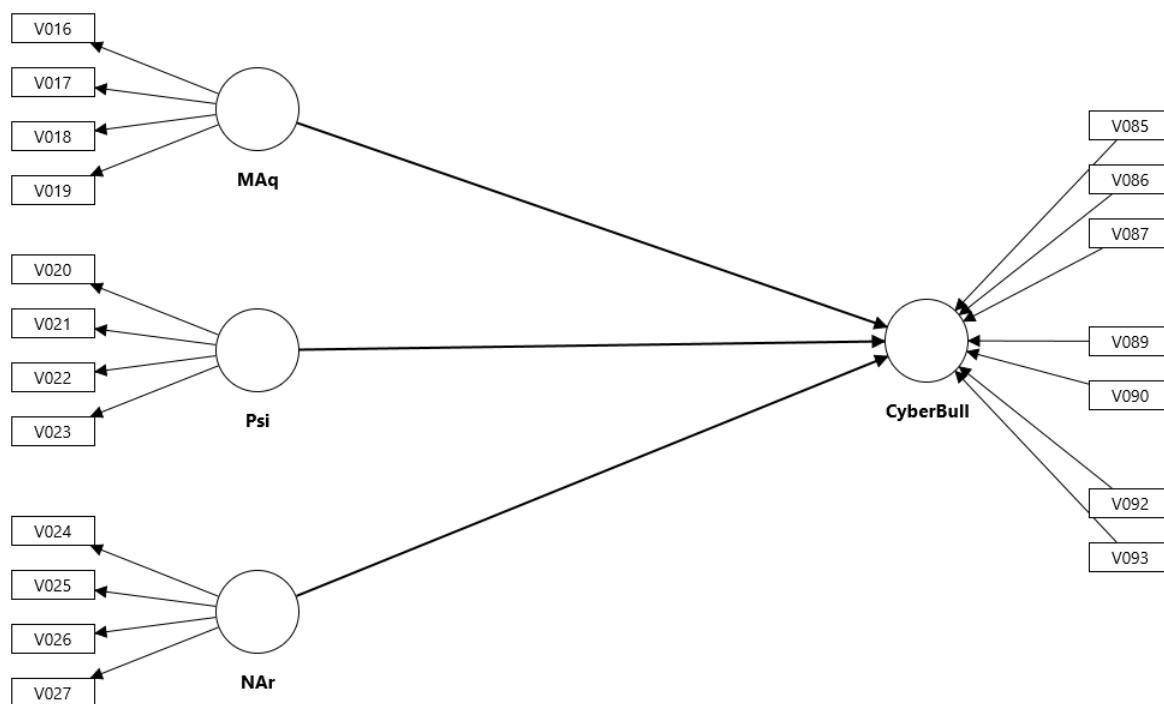


Figura 1. Modelo de primer orden – tríada oscura. Notas: MAq = Maquiavelismo, Psi = Psicopatía, NAr = Narcisismo, CyberBull = Ciberacoso sexual.



Figura 2. Modelo de segundo orden – tríada oscura. Notas: DT = Tríada oscura, MAq = Maquiavelismo, Psi = Psicopatía, NAr = Narcisismo, CyberBull = Ciberacoso sexual.

Una vez evaluado y dado por bueno el modelo de medida, se procedió a evaluar el modelo estructural objeto de estudio. Como se puede observar en la Tabla 1, la hipótesis planteada que relacionaba positivamente la tríada oscura con el ciberacoso sexual quedó soportada ($B=0.515$; $p<0.001$). Lo que quiere decir que cuanto mayor es la tríada oscura del individuo, más propensión existe a que pueda cometer ciberacoso sexual. Dado que no existía invarianza en el modelo de medida, no pudo ser evaluado si existían diferencias significativas entre hombres y mujeres en esta relación.

Tabla 1. Modelo estructural. Notas: DT = Tríada oscura, CyberBull = Ciberacoso sexual.

Hipótesis	Camino	Desviación estándar	Estadístico t	Valores de p	Intervalo de confianza	
					5%	95%
H1: DT -> CyberBull	0,515***	0,064	8,092	0,000	0,438	0,647

En cuanto al análisis de condiciones necesarias, los resultados obtenidos presentan un alto interés. En primer lugar, cabe mencionar que la existencia de tríada oscura no es necesaria en los hombres para que exista ciberacoso sexual, mientras que sí lo es en las mujeres. Así, tal y como puede apreciarse en las tablas de cuello de botella que se presentan en la Tabla 2, para cada nivel de este tipo de ciberacoso, las mujeres necesitan tener un mayor nivel de tríada oscura para hacerlo que los hombres. A modo de ejemplo, para llegar a un nivel de 6 o mayor, las mujeres necesitan llegar a un valor de 5,390 de tríada, mientras que los hombres con un nivel de 2,651 ya lo harían.

Tabla 2. Tablas de cuello de botella por género. Notas: DT = Tríada oscura, CyberBull = Ciberacoso sexual, NN = No necesario.

Hombres		Mujeres	
CyberBull	DT	CyberBull	DT
1	NN	1	NN
2	NN	2	1,334
3	1,786	3	2,830
4	2,248	4	4,152
5	2,651	5	4,152
6	2,651	6	5,390
7	2,651	7	5,390

5. CONCLUSIONES

Las principales implicaciones teóricas de este trabajo radican en dos cuestiones de un gran interés. La primera es la constatación de una relación positiva y significativa entre la triada oscura y realizar ciberacoso sexual en los estudiantes universitarios. La segunda de las cuestiones es que para que se dé el citado ciberacoso, en el caso de los hombres no es una condición necesaria, mientras que sí lo es en las mujeres. Ante ello, es fundamental implementar programas de prevención e intervención en el contexto universitario. Estos podrían incluir formación en el uso responsable de las tecnologías, promoción de la empatía y el respeto y protocolos claros para la detección y actuación frente al ciberacoso [2,5]. Como futuras líneas de investigación, se propone diseñar la investigación de manera transversal con el fin de conocer cómo se comportan los elementos de la triada oscura ante medidas como las descritas anteriormente, y, por consiguiente, sobre el ciberacoso sexual. Además, sería de interés abordar la problemática a través del empleo de otras variables (*e.g.*, la autoestima, la ansiedad, la depresión, la adicción a internet y a los medios sociales), u otros enfoques (*e.g.*, realizar el análisis por grupo de edades, por cursos, por grados universitarios, etc.).

REFERENCIAS

1. Donegan R.: Bullying and cyberbullying: history, statistics, law, prevention, and analysis. *The Elon Journal of Undergraduate Research in Communications*. 3(1), 33–42 (2012).
2. Peprah, P., Oduro, M. S., Okwei, R., Adu, C., Asiamah-Asare, B. Y., & Agyemang-Duah, W.: Cyberbullying victimization and suicidal ideation among in-school adolescents in three countries: implications for prevention and intervention. *BMC Psychiatry* 23(1), 1-12 (2023).
3. Ehman, A. C., y Gross, A. M. Sexual cyberbullying: Review, critique, & future directions. *Aggression and Violent Behavior* 44(1), 80-87 (2019).
4. Aggarwal, A., y Gaur, S.: Applying artificial intelligence to explore online harassment and cyberbullying prevention. In *Impact of AI on Advancing Women's Safety*, pp. 104-120. IGI Global Scientific Publishing (2024).
5. Sánchez-Medina, A. J., Galván-Sánchez, I., y Fernández-Monroy, M.: Applying artificial intelligence to explore sexual cyberbullying behaviour. *Heliyon* 6(1), e03218 (2020).
6. Lyndon, A., Bonds-Raacke, J., y Cratty, A. D.: College Students' Facebook Stalking of Ex-Partners. *Cyberpsychology, Behavior, and Social Networking* 14(12), 711-716 (2011).
7. Patchin, J. W. y Hinduja, S.: Summary of Our Cyberbullying Research (2007-2025). Cyberbullying Research Center, <https://cyberbullying.org/summary-of-our-cyberbullying-research>, last accessed 2025/10/29.
8. Jones, D. N., y Paulhus, D. L.: Introducing the Short Dark Triad (SD3): A Brief Measure of Dark Personality Traits. *Assessment* 21(1), 28-41 (2014).
9. Xu, W., Zhao, B., y Jin, C.: A meta-analysis of the relationship between personality traits and cyberbullying. *Aggression and Violent Behavior* 79(6), 101992 (2024).
10. Goodboy, A. K., y Martin, M. M.: The personality profile of a cyberbully: Examining the Dark Triad. *Computers in Human Behavior* 49(1), 1-4 (2015).
11. Moor, L., y Anderson, J. R.: A systematic literature review of the relationship between dark personality traits and antisocial online behaviours. *Personality and Individual Differences* 144(1), 40-55 (2019).
12. Nocera, T. R., y Dahlen, E. R.: Dark Triad Personality Traits in Cyber Aggression Among College Students. *Violence and Victims* 35(4), 524 – 538 (2020).
13. Wang, C. Y., y Bi, K.: Exploring the Influence of the Dark Triad on Indirect Cyber Aggression: A Longitudinal Study of a Taiwanese Sample. *Cyberpsychology, behavior and social networking* 28(2), 105-111 (2025).
14. Hossain, M. A., Quaddus, M., Warren, M., Akter, S., y Pappas, I.: Are you a cyberbully on social media? Exploring the personality traits using a fuzzy-set configurational approach. *International Journal of Information Management* 66(1), 102537 (2022).

15. Jonason, P. K., y Webster, G. D.: The dirty dozen: a concise measure of the dark triad. *Psychological assessment* 22(2), 420 (2010).
16. Çetin, B., Yaman, E., y Peker, A.: Cyber victim and bullying scale: A study of validity and reliability. *Computers & Education* 57(4), 2261-2271 (2011).
17. Menesini, E., Nocentini, A., y Calussi, P.: The measurement of cyberbullying: Dimensional structure and relative item severity and discrimination. *Cyberpsychology, behavior, and social networking* 14(5), 267-274 (2011).
18. Richter, N. F., Schubring, S., Hauff, S., Ringle, C. M., y Sarstedt, M.: When predictors of outcomes are necessary: Guidelines for the combined use of PLS-SEM and NCA. *Industrial management & data systems* 120(12), 2243-2267 (2020).

Defender desde la mar: la experiencia en línea de los TFG de Náutica en la Universidad de La Laguna

J. Agustín González-Almeida^{*,a}, María del Cristo Adrián de Ganzo^a and Javier Almenar de Luz^a.

^aDepartamento de Ingeniería Civil, Náutica y Marítima. Universidad de La Laguna. EPSI – Sección Náutica, Máquinas y R.N. Vía Aux. Paso Alto s/n. 38002. Santa Cruz de Tenerife.

ABSTRACT

El presente trabajo expone la experiencia desarrollada en los últimos años en la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna, centrada en la defensa telemática de los Trabajos de Fin de Grado (TFG) de los grados en Náutica y Transporte Marítimo y en Tecnologías Marinas. La necesidad de adaptar el procedimiento de presentación y defensa surgió a raíz de la pandemia de la COVID-19 en 2020. También influyó situación particular de estas titulaciones, con un número considerable de estudiantes embarcados durante sus últimos cursos. Ello motivó la implantación de defensas en línea mediante las plataformas institucionales.

La investigación, de carácter cualitativo y descriptivo, analiza las defensas telemáticas realizadas entre los cursos académicos 2019-2020 y 2024-2025. Los resultados evidencian, en general, un nivel de satisfacción superior al 85 % entre los participantes, según los datos obtenidos en las encuestas institucionales, junto con tasas de eficiencia académica superiores a las de la modalidad presencial, así como mejoras observables en la inclusión (incremento de defensas desde el extranjero), la flexibilidad (reducción media del tiempo de gestión en un 40%) y la accesibilidad del proceso (con participaciones sincrónicas desde diferentes zonas horarias).

Se concluye que la defensa virtual de los TFG se encuentra plenamente consolidada y que su continuidad futura está garantizada, en coherencia con las exigencias de movilidad y disponibilidad propias de la profesión marítima, definidas en el Convenio STCW y con los estándares de calidad exigidos por la institución universitaria.

Keywords: Trabajo de Fin de Grado (TFG), Náutica, Universidad de La Laguna, STCW, COVID-19.

1. INTRODUCCIÓN

El Trabajo de Fin de Grado (TFG) constituye, en la práctica totalidad de los estudios universitarios, la prueba culminante del proceso formativo del alumnado. En ella se integran y demuestran las competencias específicas y transversales adquiridas a lo largo del grado. En el sistema universitario español, la ANECA establece que el TFG debe ser un trabajo autónomo y defendido públicamente por su autor. Debe vincularse a resultados de aprendizaje cuantificables y coherentes con las competencias y los objetivos del plan de estudios [1][2].

A lo largo de los últimos cursos académicos, estas directrices se han ido actualizando, reforzando especialmente los procedimientos de seguimiento, la recopilación de evidencias y las metodologías de evaluación. Paralelamente, se ha avanzado en la normalización de los aspectos administrativos como por ejemplo el depósito del TFG, los firmantes necesarios del acta o la organización de las convocatorias y los actos de defensa; lo que ha contribuido a una mayor estandarización del proceso.

En el caso de los grados en Náutica y Transporte Marítimo y en Tecnologías Marinas de la Universidad de La Laguna (ULL), el TFG es una asignatura de 12 ECTS correspondiente al segundo cuatrimestre del cuarto curso. Para superarla, el estudiante debe cumplir una serie de requisitos curriculares y realizar la defensa de su trabajo de acuerdo con la normativa del centro. Con el fin de simplificar el procedimiento, la ULL ha habilitado un sistema normalizado para la tramitación electrónica y el depósito de los TFG en sus repositorios institucionales [3][4].

Estas titulaciones presentan particularidades propias de la formación marítima, ya que la normativa del Convenio STCW y el Real Decreto 973/2009 exigen un periodo mínimo de embarque de doce meses para la obtención de las titulaciones profesionales. Dichos periodos no solo son necesarios para completar la formación académica, sino también para cumplir con los requisitos del Convenio Internacional sobre Normas de Formación, Titulación y Guardia para la Gente de Mar (STCW) [5], que establece un mínimo de un año de embarque para obtener las titulaciones profesionales de Piloto de 2.^a Clase u Oficial de Máquinas de 2.^a Clase de la Marina Mercante.

Hasta hace pocos años, la presentación del TFG requería el desembarque del estudiante y su presencia física ante un tribunal designado en la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (EPSI). Aunque las guías docentes ya contemplaban la posibilidad de tutorización a distancia tanto la dirección como la defensa del trabajo experimentaron un cambio sustancial con la irrupción de la pandemia de la COVID-19 a comienzos de 2020.

La formación y titulación de la gente de mar se regulan internacionalmente mediante el Convenio STCW y sus enmiendas. Las Enmiendas de Manila de 2010 introdujeron cambios significativos en los estándares de competencia, requisitos de certificación y en las prácticas de guardia. Estas actualizaciones, en vigor desde el 1 de enero de 2012, reforzaron competencias esenciales como el liderazgo, la seguridad y la adaptación a las nuevas tecnologías. Tales competencias constituyen el marco de referencia para la formación marítima superior y para la evaluación de los resultados de aprendizaje vinculados a la práctica profesional [6].

El año 2020 marcó un punto de inflexión: la pandemia de la COVID-19 aceleró de forma decisiva la virtualización y el uso de recursos digitales en la enseñanza marítima, tanto en España como a nivel internacional. Numerosos estudios documentan cómo el confinamiento obligó a paralizar la actividad de muchos buques y a repatriar tripulaciones. Otros marinos, entre ellos estudiantes en prácticas, permanecieron embarcados durante largos periodos, a veces con dificultades de comunicación o abastecimiento, como la falta de comida y productos de aseo esenciales.

En ese contexto, la comunicación entre profesorado y alumnado resultó fundamental no solo para el desarrollo académico sino también para el acompañamiento personal y emocional de los estudiantes. La literatura internacional ha evidenciado que el aprendizaje en línea en el ámbito marítimo, cuando se acompaña de protocolos claros, soporte técnico eficiente y un sistema de evaluación sólido, puede mantener la calidad académica, incluso en disciplinas con componentes prácticos que requieren simulación o trabajo en entornos reales, como puentes de mando, salas de máquinas o maniobras de carga y descarga [7][8][9].

Diversas universidades españolas elaboraron protocolos específicos para la defensa de los TFG y TFM por videoconferencia. Dichos documentos detallaban la plataforma a utilizar, la identificación del alumnado y la gestión de la documentación generada. Estas medidas garantizan la validez, transparencia y estandarización del proceso, al tiempo que aseguran el rigor académico exigido. La normalización documental, además, reduce la variabilidad entre tribunales y mejora la experiencia tanto de los estudiantes como del profesorado [10][11].

A pesar de las ventajas, la modalidad telemática también presenta algunos desafíos. Entre los factores que condicionan su éxito se encuentran la actitud y la predisposición del alumnado y del profesorado, la compatibilidad de las herramientas con las prácticas docentes y la calidad del servicio (ancho de banda, estabilidad de conexión). Estos aspectos son especialmente relevantes en las defensas realizadas a bordo, donde la conectividad puede fluctuar y los horarios dependen de las operaciones del buque. Para garantizar el éxito del proceso, se aplican “planes de contingencia” como el envío previo de materiales, la grabación anticipada de presentaciones, la duplicación de canales de comunicación y la adaptación de horarios a los distintos usos marítimos.

En síntesis, el marco regulatorio (ANECA, STCW), la realidad profesional del alumnado embarcado y la evidencia acumulada sobre docencia y evaluación en línea conforman un contexto sólido para la implantación de la defensa a distancia de los TFG en los grados náuticos. La experiencia de la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la ULL se inscribe plenamente en esta tendencia, demostrando que la digitalización puede garantizar la continuidad académica sin perjudicar el rigor universitario ni la calidad formativa.

2. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN

La presente investigación adopta un enfoque descriptivo y cualitativo, basado en la observación directa de las defensas telemáticas de los Trabajos de Fin de Grado (TFG) realizadas durante los cursos académicos 2022–2025, así como en la recopilación de opiniones de tutores, tribunales y estudiantes implicados en el proceso.

Se analizaron 97 defensas en línea de TFG realizadas entre 2022 y 2025, correspondientes a 56 estudiantes de Náutica y 41 de Tecnologías Marinas. Cada defensa tuvo una duración media de 30 minutos. La información se obtuvo mediante tres fuentes principales:

- Revisión documental: análisis de actas de defensa, registros institucionales y procedimientos administrativos relacionados con la presentación y evaluación de los TFG.
- Entrevistas breves a tutores y miembros de tribunal: centradas en la valoración del formato telemático, su aplicabilidad, los retos técnicos y las percepciones sobre la calidad del proceso.
- Entrevistas breves a estudiantes: dirigidas a quienes realizaron la defensa desde buques en navegación o en puerto, con el fin de recoger su experiencia, nivel de satisfacción y dificultades encontradas.

Los datos recopilados se organizaron y analizaron en torno a cuatro dimensiones fundamentales, que permitieron estructurar la interpretación de los resultados:

1. Aspectos técnicos: relativos al uso de la plataforma de videoconferencia, la calidad de la conectividad y el soporte institucional disponible.
2. Aspectos académicos: referidos al desarrollo de la presentación, la interacción con el tribunal y el sistema de evaluación aplicado.
3. Satisfacción general: percepción del alumnado y del profesorado respecto al proceso, la accesibilidad y la equidad de la modalidad telemática.
4. Propuestas de mejora: sugerencias planteadas por los participantes para optimizar el procedimiento en futuras convocatorias.

Este enfoque permitió obtener una visión integral del proceso de defensa en línea. Las evidencias cualitativas y las observaciones directas ayudaron a evaluar su eficacia y sostenibilidad.

3. ESTUDIO DE CASO: FORMACIÓN NÁUTICA Y DEFENSA DEL TFG EN LA ULL

3.1 La asignatura de Trabajo de Fin de Grado en los grados náuticos

Como se ha señalado anteriormente, el TFG representa la fase final en la formación universitaria del alumnado de los grados en *Náutica y Transporte Marítimo* y en *Tecnologías Marinas* de la Universidad de La Laguna (ULL).

De acuerdo con el documento de verificación de ambas titulaciones, el TFG constituye un ejercicio que integra los conocimientos teóricos y prácticos adquiridos durante la carrera y que permite demostrar la madurez profesional y académica necesaria para asumir responsabilidades en el ámbito marítimo.

Según la *Resolución de 20 de enero de 2016, de la Secretaría General de Universidades*, que publica el Acuerdo del Consejo de Universidades sobre las recomendaciones para los títulos oficiales de los ámbitos de Náutica y Transporte Marítimo, Tecnologías Marinas, Electrotecnia Marina y Radioelectrónica Naval [12], el TFG se define en los siguientes términos:

“Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías específicas de la Náutica y del Transporte Marítimo, de naturaleza profesional, en el que se sintetizan e integran las competencias adquiridas en las enseñanzas.”

Para el *Grado en Tecnologías Marinas*, el texto es análogo:

“Ejercicio original a realizar individualmente y presentar y defender ante un tribunal universitario, consistente en un proyecto en el ámbito de las tecnologías marinas o de la electrotecnia marina, de naturaleza profesional, en el que se sintetizen e integren las competencias adquiridas en las enseñanzas.”

Estas titulaciones son requisito para ejercer las profesiones reguladas de Piloto, Oficial Electrotécnico, Capitán o Jefe de Máquinas de la Marina Mercante. Su marco normativo se basa en las directivas europeas 2001/25/CE y 2012/35/UE, en varios Reales Decretos españoles y en el Convenio STCW.

En la Sección de Náutica de la ULL, esta etapa presenta una particularidad significativa: muchos estudiantes desarrollan su TFG mientras se encuentran embarcados en buques mercantes, cumpliendo su período reglamentario de prácticas. Esta situación, natural en la profesión, supone un desafío logístico y académico para la defensa presencial, que hasta hace algunos años exigía la comparecencia física del alumnado en la escuela.

Dicha obligación generaba en muchos casos, retrasos en la presentación o complejos desplazamientos desde puertos extranjeros, con el consiguiente impacto económico y organizativo. La digitalización universitaria, impulsada por la pandemia, permitió superar estas limitaciones. La defensa telemática se consolidó como una alternativa eficaz que garantiza la igualdad de oportunidades, reduce costes y mantiene los estándares de calidad académica.

3.2 La COVID-19 y la obligatoriedad de una docencia a distancia

El 14 de marzo de 2020, España declaró el estado de alarma para gestionar la crisis sanitaria provocada por la COVID-19, lo que obligó a trasladar de forma urgente la actividad docente presencial a un modelo de enseñanza a distancia en la mayoría de universidades y centros de formación [13].

Dos días antes, la Universidad de La Laguna ya había decidido previamente suspender la docencia presencial y trasladar todas las actividades al entorno virtual. Inicialmente, se preveía una interrupción temporal, pero el 2 de abril se comunicó oficialmente que el curso 2019-2020 finalizaría íntegramente en modalidad en línea.

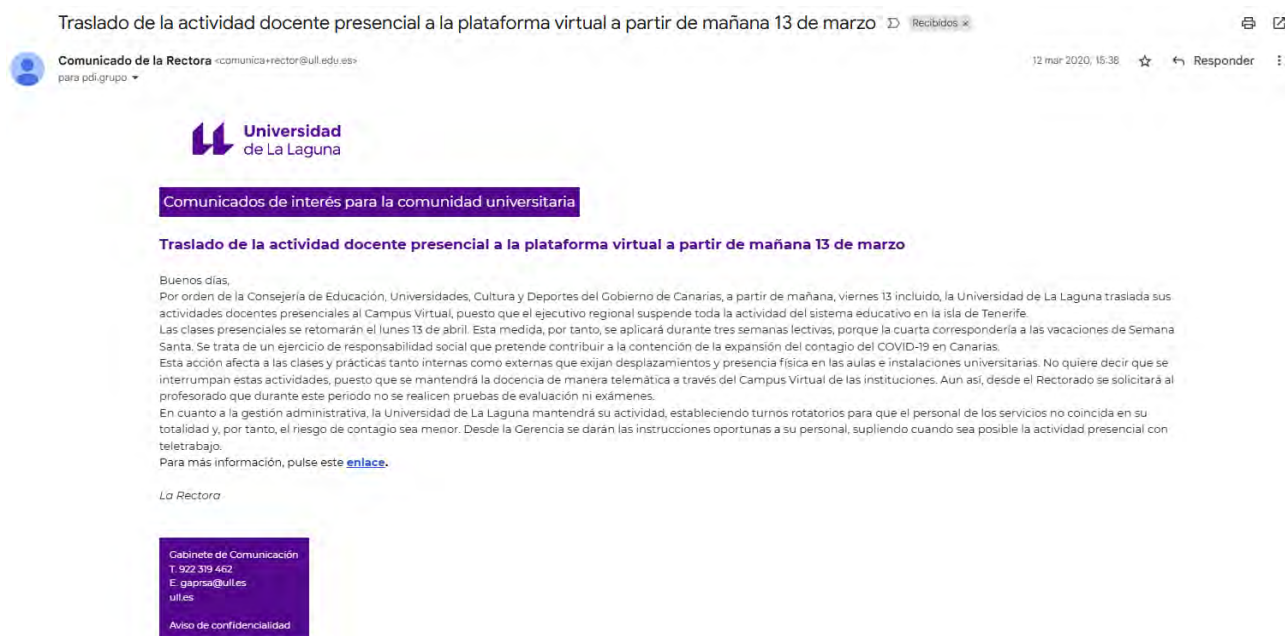


Figure 1. Correo electrónico recibido donde se informa del paso a docencia en línea en la Universidad de La Laguna a causa de la pandemia de COVID-19.

La ULL contaba entonces con una sólida infraestructura digital: un campus virtual basado en Moodle y un servicio institucional de videoconferencia mediante Google Meet (posteriormente complementado con Microsoft Teams). Este sistema permitió un rápido proceso de adaptación: las sesiones virtuales pasaron de menos de 20.000 en enero de 2020 a cerca de 60.000 en mayo del mismo año [14].

En el ámbito marítimo, tanto la Organización Marítima Internacional (OMI) como la Agencia Europea de Seguridad Marítima (EMSA) emitieron directrices para garantizar la continuidad de la formación y certificación de la gente de mar durante la pandemia.

Estudios recientes confirman que la virtualización de la enseñanza marítima tras la pandemia ha transformado de forma estructural los modelos de aprendizaje y evaluación, como demuestra el caso del Semarang Shipping Science Polytechnic en Indonesia [15][16].

El paso repentino a la enseñanza en línea supuso un desafío sin precedentes. En el caso de la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería (EPSI), a la que pertenece la Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval, la situación coincidió con la reciente incorporación de un nuevo equipo directivo, apenas un mes antes del decreto de alarma.

La primera gran prueba de adaptación llegó con la convocatoria extraordinaria de marzo de 2020, en la que estaba prevista la defensa presencial de 13 TFG. La imposibilidad de realizar actos presenciales obligó a posponer las defensas y a organizar de forma urgente la primera experiencia telemática. Posteriormente, el estado de alarma se prorrogó en varias ocasiones hasta el 21 de junio de 2021, mientras que la crisis sanitaria no se dio oficialmente por finalizada hasta julio de 2023.

A partir de entonces, se establecieron una serie de medidas para organizar y estandarizar las futuras defensas en línea:

1. Elaboración del Protocolo para la Defensa del TFG a Distancia, documento elaborado por la Comisión de TFG que detallaba el procedimiento completo y los medios necesarios.



Figure 2. Detalle del Protocolo de Defensa del Trabajo de Final de Grado a Distancia.

2. Revisión y creación de documentos administrativos, dando lugar a tres formularios esenciales:
 - o *P01 – Impreso de solicitud general del TFG*: presentado por el estudiante y avalado por el tutor.
 - o *P02 – Informe de la Comisión de TFG*: emitido por el tutor con la calificación y observaciones previas a la defensa.

- o *P03 – Informe y acta de evaluación del TFG*: cumplimentado por el tribunal y tramitado mediante firma electrónica.
3. Normalización del proceso de defensa, que incluía la entrega telemática de las memorias, la designación de tribunales, la coordinación horaria y la gestión de enlaces de videoconferencia a través de Google Calendar y Google Meet.
 4. Flexibilización del procedimiento, permitiendo la grabación previa de la defensa en casos de mala conectividad o la reprogramación en función de los husos horarios.
 5. Gestión y archivo institucional, con envío de actas y documentos a través del Portal de Firma Electrónica y almacenamiento final en la Secretaría del centro.

Se consideraron factores de planificación relevantes:

- Algunos estudiantes matriculados no pretendían defender el TFG ese mismo curso, sino cumplir con requisitos de becas o embarques.
- Otros debían compatibilizar el desarrollo del TFG con su formación práctica a bordo, lo que exigía ajustar plazos y tutorías.

Para optimizar la gestión, se realizó una *criba inicial* mediante formularios de datos, lo que permitió dimensionar adecuadamente cada convocatoria. Así, en el curso 2024-2025 se presentaron 97 TFG en modalidad telemática a lo largo de cuatro llamamientos (marzo, mayo, junio y julio).

Durante la defensa, el estudiante (habitualmente conectado desde su camarote o la cámara de oficiales) exponía su trabajo mediante una presentación digital, compartiendo pantalla y respondiendo a las preguntas del tribunal. Las sesiones tenían una duración aproximada de 30 minutos, distribuidos en 20 minutos de exposición y 10 minutos de preguntas. Finalizada la intervención, el estudiante abandonaba la videollamada mientras el tribunal deliberaba, y posteriormente se le notificaba la calificación.

La planificación previa, la verificación técnica y la flexibilidad horaria fueron elementos clave para mantener la calidad del proceso evaluativo. Esta metodología demostró ser equivalente a la presencial en términos de rigor, transparencia y validez académica [17][18].

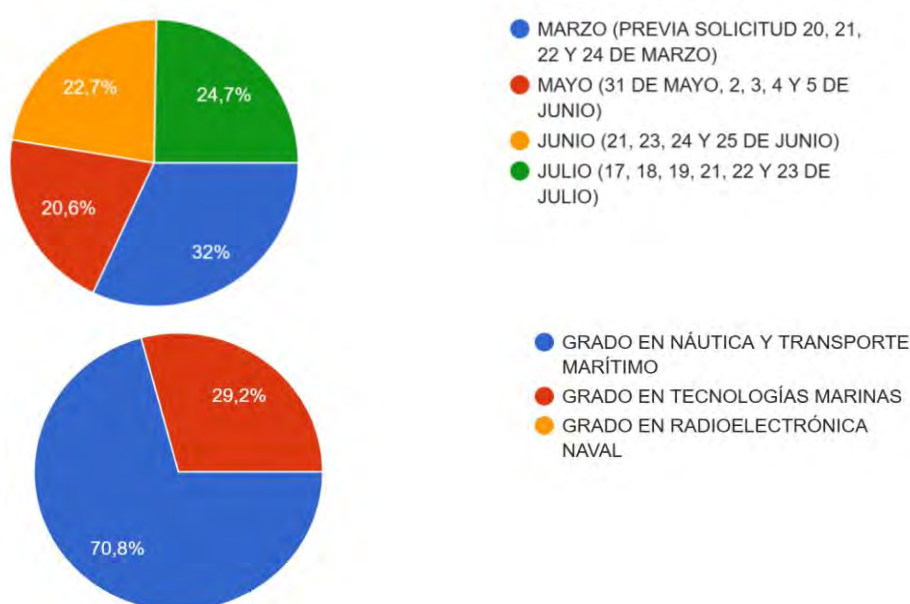


Figure 3. Distribución de los Trabajos de Final de Grado en las distintas convocatorias de 2024-2025 y proporción correspondiente a cada titulación.

4. RESULTADOS Y VALORACIÓN

La experiencia acumulada durante los últimos cursos ha resultado especialmente enriquecedora. Se han vivido situaciones singulares y memorables, como defensas realizadas desde buques en navegación en pleno Atlántico a las cinco de la mañana (por la diferencia horaria), o en el Caribe, durante maniobras en el Golfo de Guinea con conexión inestable, en las que el tribunal formuló sus preguntas mediante mensajería instantánea. También se han dado casos de estudiantes que defendieron su TFG tras concluir su turno de guardia o, incluso, en circunstancias personales difíciles, como el de una alumna en el Mar del Norte que, pese a recibir una noticia familiar dolorosa, decidió mantener su defensa.

Más allá de su dimensión académica, estas experiencias ponen de relieve la vocación global de la profesión náutica y el compromiso de la Universidad de La Laguna y su profesorado (en muchos casos marinos en activo) con una enseñanza conectada con la realidad de la mar.

La experiencia técnica demuestra que la defensa en línea puede mantener la misma calidad y formalidad que la presencial, siempre que exista planificación previa, verificación de conectividad y coordinación entre tutor, tribunal y estudiante.

El número de defensas telemáticas ha crecido progresivamente desde la pandemia, hasta alcanzar prácticamente el 100 % de las defensas en esta modalidad. Las razones principales de esta consolidación son la eficacia organizativa, la reducción de tiempos y la mejora en la gestión académica. En las defensas presenciales, los tiempos de exposición solían prolongarse más de lo previsto. Esto generaba retrasos y jornadas exhaustivas para el tribunal y el alumnado. En cambio, el formato en línea ha permitido un mayor control del tiempo, mejor organización y optimización de recursos humanos en un contexto de profesorado especializado bastante reducido.

Los resultados académicos obtenidos se mantienen en niveles equivalentes a los de las defensas presenciales, sin diferencias estadísticamente relevantes en las calificaciones. El estudiantado destaca como principales ventajas la comodidad, la adaptabilidad del formato a distintos husos horarios, la reducción de costes de desplazamiento y la posibilidad de defender su trabajo sin interrumpir el embarque.

Por su parte, el profesorado tutor y los miembros de los tribunales valoran positivamente la responsabilidad y madurez mostrada por el alumnado así como la oportunidad de conocer de primera mano las condiciones reales de trabajo a bordo. Destaca por su utilidad que todo el procedimiento administrativo (solicitudes, actas y firmas) esté completamente digitalizado y normalizado, lo que ha agilizado la gestión y ayuda a reforzar la trazabilidad documental.

Los resultados son satisfactorios, aunque se detectan aspectos mejorables, como la estabilidad de la conexión a bordo y la coordinación horaria internacional. Estos desafíos se abordan mediante protocolos de comprobación técnica previa, planes de contingencia (como el envío anticipado de presentaciones grabadas) y una mayor flexibilidad horaria por parte de la universidad.

En conjunto, los resultados evidencian una alta aceptación y satisfacción con la modalidad en línea de defensa del TFG. La práctica totalidad de los estudiantes embarcados logró mantener el calendario académico sin necesidad de aplazar la presentación, obteniendo calificaciones similares a las medias históricas.

La conexión se mantuvo estable en la mayoría de los casos, gracias al uso de Google Meet y a la infraestructura institucional, que permitieron videollamadas de calidad suficiente. En las pocas ocasiones con problemas técnicos, se optó por soluciones adaptativas como el envío previo de la exposición grabada o la reprogramación dentro del mismo periodo de defensa, garantizando siempre la equidad del proceso.

La coordinación entre el profesorado y la administración resultó esencial para ajustar horarios según los usos marítimos, facilitando la participación desde distintas zonas del mundo (Atlántico, Caribe, Mediterráneo o Báltico).

Estos resultados coinciden con las conclusiones de otros autores, como González (2020) o Fernández y Romero (2023), quienes sostienen que la virtualización de los procesos de evaluación en titulaciones técnicas puede mantener plenamente el rigor y la calidad académica siempre que existan protocolos claros, soporte docente constante y una planificación eficiente [19][20][21].

5. CONCLUSIONES

La defensa telemática de los TFG en titulaciones náuticas de la Universidad de La Laguna ha demostrado ser una metodología eficaz, inclusiva y compatible con la realidad profesional del alumnado.

El modelo implantado garantiza la continuidad formativa de los estudiantes embarcados y refuerza competencias clave como la digitalización, la autonomía, la responsabilidad profesional y la internacionalización de la enseñanza marítima superior. La posibilidad de defender el TFG desde cualquier lugar del mundo ha contribuido a eliminar barreras geográficas y económicas asegurando la igualdad de oportunidades y la calidad del proceso evaluativo.

Los resultados obtenidos evidencian que la defensa en línea mantiene el mismo rigor académico y validez institucional que la modalidad presencial siempre que se cuente con una planificación adecuada, una infraestructura técnica sólida y un acompañamiento docente constante. La evidencia obtenida confirma la viabilidad del modelo telemático como alternativa estructural a la defensa presencial, en línea con las recomendaciones de la EMSA (2021) y con experiencias homólogas en universidades europeas. Por otro lado, la coordinación entre profesorado, tribunales y administración ha sido determinante para garantizar el éxito del procedimiento, facilitando una gestión más ágil y transparente. La completa digitalización de los trámites (desde la solicitud hasta el acta final) ha reducido significativamente la carga administrativa y los tiempos de resolución.

El análisis y la retroalimentación permiten afirmar que la defensa telemática ha pasado de ser una medida excepcional a una metodología estable, coherente con la enseñanza universitaria actual. La Sección de Náutica, Máquinas y Radioelectrónica Naval de la ULL se consolida así como referente nacional en la implantación de prácticas docentes adaptadas al contexto marítimo, contribuyendo a la modernización y proyección internacional de la formación superior en este ámbito.

En definitiva, la virtualización del acto de defensa de los TFG ha permitido compatibilizar el rigor académico con la flexibilidad que demanda la profesión marítima, demostrando que la innovación tecnológica y pedagógica puede servir al mismo tiempo a la excelencia universitaria y a la equidad educativa.

REFERENCIAS

- [1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. (2023). Guía de apoyo para la evaluación de enseñanzas e instituciones. Madrid, España: Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA). <https://www.aneca.es/>.
- [2] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. (2022). Guía de acompañamiento para la evaluación externa. Renovación de la acreditación de títulos universitarios oficiales de Grado y Máster universitario (Programa ACREDITA). Madrid, España: ANECA.
- [3] Universidad de La Laguna. (2024). Trabajo de Fin de Grado. Grado en Náutica y Transporte Marítimo. La Laguna, España: Universidad de La Laguna. <https://www.ull.es/grados/nautica-y-transporte-maritimo/trabajo-fin-de-grado/>
- [4] Universidad de La Laguna. (2024). Presentación del Trabajo Fin de Grado (TFG). Sede electrónica. La Laguna, España: Universidad de La Laguna. <https://sede.ull.es/ecivilis-site/catalog/showProcedure/281>
- [5] International Maritime Organization. (2010). International Convention on Standards of Training, Certification and Watchkeeping for Seafarers (STCW), including 2010 Manila Amendments. London, United Kingdom: IMO Publishing.
- [6] International Naval Surveys Bureau. (2016). Manila amendments to the STCW Convention and Code (Technical Note No. 22-2016). Athens: International Naval Surveys Bureau. https://insb.gr/wp-content/uploads/2024/06/ISM_TN_No_22-2016-Manila_amendments_to_the_STCW_Convention_Code.pdf
- [7] International Maritime Organization. (2021, 25 de octubre). Guidance on seafarers' training and certification for issuing Administrations, Flag States and Port States during the COVID-19 pandemic (MSC.1/Circ.1643). Londres: IMO. <https://wwwcdn.imo.org/localresources/en/circulars/MSC.1-Circ.1643.pdf>

- [8] European Maritime Safety Agency. (2021, 8 de octubre). Impact of COVID-19 on the Maritime Sector in the EU. Lisboa: EMSA. <https://www.emsa.europa.eu/csn-menu/items.html?cid=14&id=4436>
- [9] Renganayagalu, S. K., Mallam, S. C., & Hernes, M. (2022). Maritime education and training in the COVID-19 era and beyond. *TransNav: International Journal on Marine Navigation and Safety of Sea Transportation*, 16(1), 59-69. <https://doi.org/10.12716/1001.16.01.06>
- [10] Universidad de La Laguna. (2020, 2 de abril). Las universidades públicas canarias afrontan que no habrá más clases presenciales este curso académico 2019–2020. ULL Noticias. La Laguna, España: Universidad de La Laguna. <https://www.ull.es/portal/noticias/2020/universidades-publicas-canarias-no-habra-mas-clases-presenciales/>
- [11] Universidad de La Laguna. (2020, 29 de abril). El Campus Virtual de la Universidad de La Laguna registra un aumento del 35 % en 2020. ULL Noticias. La Laguna, España: Universidad de La Laguna. <https://www.ull.es/portal/noticias/2020/el-campus-virtual-de-la-universidad-de-la-laguna-registra-un-aumento-del-35-en-2020/>
- [12] Secretaría General de Universidades. (2016, 20 de enero). Resolución de 20 de enero de 2016, de la Secretaría General de Universidades, por la que se publica el Acuerdo del Consejo de Universidades por el que se establecen recomendaciones para la propuesta por las universidades de memorias de verificación de los títulos oficiales de Grado y Máster en los ámbitos de Náutica y Transporte Marítimo, Tecnologías Marinas, Electrotecnia Marina y Radioelectrónica Naval. *Boletín Oficial del Estado*, n.º 41, 16 de febrero de 2016, pp. 12654-12667. [https://www.boe.es/eli/es/res/2016/01/20/\(2\)](https://www.boe.es/eli/es/res/2016/01/20/(2))
- [13] Boletín Oficial del Estado. (2020, 14 de marzo). Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo, por el que se declara el estado de alarma para la gestión de la situación de crisis sanitaria ocasionada por el COVID-19. *Boletín Oficial del Estado*, n.º 67, 14 de marzo de 2020, pp. 25390–25400. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2020/03/14/463>
- [14] Universidad de La Laguna. (2021). Plan de contingencia. Adenda general 2020–2021. La Laguna, España: Universidad de La Laguna. Repositorio Institucional de la Universidad de La Laguna (RIULL). <https://riull.ull.es/xmlui/handle/915/22644>
- [15] Prayogo, D., Supendi, S., Antoro, D., Huda, S. S., Fitrianiingsih, A., Surjaman, F., ... Sugiyarto, S. (2022). Maritime education after COVID-19 era: case study at Semarang Shipping Science Polytechnic. *TransNav*, 16(2), 227-231. <https://doi.org/10.12716/1001.16.02.04>
- [16] Timilsina, A., Subba, S. H., Subba, R. K., Subedi, D. R., & Devkota, S. R. (2023). COVID-19 guidelines and its perceived effect on seafarers' health and wellbeing. *PLOS ONE*, 18(4), e0284155. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0284155>
- [17] Universitat de Lleida. (2020). Protocolo de lectura y defensa online del Trabajo Fin de Grado. Lleida, España: Facultad de Letras, Universitat de Lleida. <https://www.letres.udl.cat/export/sites/Letres/ca/.content/documents/TFG/Protocolo-defensa-online-TFG.pdf>
- [18] Universidad de León. (2020). Normas para el acto de defensa online del Trabajo Fin de Grado (TFG). León, España: Facultad de Educación, Universidad de León. <https://www.unileon.es/educacion>
- [19] García-Peñalvo, F. J., Corell, A., Abella-García, V., & Grande-de-Prado, M. (2020). La evaluación online en la educación superior en tiempos de la COVID-19. *Education in the Knowledge Society*, 21, 12. <https://doi.org/10.14201/eks.23013>
- [20] Infante-Moro, A., Infante-Moro, J. C., & Gallardo-Pérez, J. (2021). Motivational factors in the use of videoconferences to carry out tutorials in Spanish universities in the post-pandemic period. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(19), 10474. <https://doi.org/10.3390/ijerph181910474>
- [21] Universidad de La Laguna. (2021, abril). Certificado de formación específica en competencias digitales para la docencia universitaria (FCD-ULL). Universidad de La Laguna. <https://www.ull.es/portal/boletininnovacion2/wp-content/uploads/sites/45/2021/04/Certificado-de-Formacion-Especifica-en-Competencias-Digitales-para-la-Docencia-Universitaria.pdf>

HiFU Desarrollo de Proyecto de Histología Inmersiva en la Formación Universitaria en Ciencias

Pedro L. Castro^{*a,d[0000-0002-0395-899X]}, Ana Lancha^{c[0000-0001-8300-6130]}, Paula Tejera^{c[0000-0002-0317-890X]}, José A. Guillén^{a,d[0000-0001-8512-5934]}, Silvia Muñoz-Descalzo^{a,d[0000-0003-0939-7721]}, Cristóbal Pablo Krasucki^{a,d[0000-0002-6555-822X]}, Manuel Maynar^{a,b[0000-0001-9154-0712]}, Miguel Ángel Rodríguez-Florido^{a,b[0000-0001-9453-561X]}; ^aGrupo de Innovación educativa 39: La simulación clínica en la enseñanza en Ciencias de la Salud. ^bCátedra de Tecnologías Médicas. UPGC; ^cDepto. Bioquímica, Microbiología, Biología Celular y Genética. Universidad de La Laguna. ^dDepto. Morfología. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

RESUMEN

En el ámbito de las Ciencias y Ciencias de la Salud, asignaturas básicas como la Histología siguen empleando metodologías tradicionales. La pandemia evidenció la necesidad de incorporar enfoques pedagógicos innovadores que integren tecnologías digitales y promuevan la colaboración activa. En este contexto surge el proyecto Histología Inmersiva en la Formación Universitaria (HiFU), que propone el uso de realidad virtual para transformar la experiencia de aprendizaje.

La iniciativa se basa en experiencias previas en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, donde la realidad virtual inmersiva se ha aplicado en el Grado en Medicina, permitiendo explorar la anatomía humana de forma interactiva y tridimensional mediante dispositivos como tabletas y smartphones. El proyecto amplía esta tecnología a la enseñanza de Histología en las dos universidades públicas canarias: Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y Universidad de La Laguna. Su objetivo es adaptar la realidad virtual a las prácticas docentes, validar su efectividad y potenciar iniciativas multidisciplinares.

En concreto, se desarrollan microscopios virtuales inmersivos que simulan la experiencia del microscopio óptico tradicional, ofreciendo ventajas como ampliar, rotar y navegar por las muestras con mayor libertad. Esta herramienta busca mejorar la comprensión visual, el aprendizaje significativo y la motivación, además de ser una alternativa accesible para estudiantes con dificultades técnicas.

El desarrollo incluye la definición de la interfaz, la propuesta didáctica y los criterios de integración en el aula. Paralelamente, se recogen datos para evaluar su impacto académico mediante encuestas y análisis de resultados.

Palabras Clave: Histología, Realidad Virtual, Medicina, Biología.

1. INTRODUCCIÓN

Las universidades han experimentado una transformación significativa en sus modelos educativos, con una progresiva migración desde los entornos convencionales hacia nuevas formas de aprendizaje que incluyen la formación continua, la especialización y una mayor conexión con el mercado laboral [1]. En este proceso, las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han adquirido un papel central, modificando profundamente la vida cotidiana y social, y ofreciendo herramientas que permiten explorar entornos sin necesidad de presencia física, como ocurre con aplicaciones tipo Google Earth, Google Maps o los museos virtuales [2].

La UNESCO ha señalado que las tecnologías móviles han generado cambios irreversibles en sectores como la política, la medicina y los negocios, y que en el ámbito educativo se espera una evolución paralela entre tecnología y pedagogía, donde las necesidades formativas impulsarán el desarrollo tecnológico [3]. En particular, los dispositivos móviles, por su portabilidad y ubicuidad, han superado el impacto que en su momento tuvieron los ordenadores portátiles, permitiendo que el aprendizaje ocurra en cualquier momento y lugar, de forma accesible, interactiva e independiente del contexto [4–6]. No obstante, el uso de estas tecnologías requiere una adecuada orientación pedagógica para evitar su descontextualización, ya que su origen suele estar vinculado al ámbito profesional. Por ello, la integración de las TIC en la educación superior

debe abordarse como una necesidad estratégica, reconociendo que el acceso tecnológico es solo un paso hacia la mejora de la calidad educativa [7].

En este marco, el proyecto Histología Inmersiva en la Formación Universitaria (HiFU) propone una experiencia de innovación docente centrada en el desarrollo de microscopios virtuales inmersivos para la enseñanza de Histología, disciplina clave en los grados de Ciencias de la Salud y Biológicas. Esta iniciativa se implementará de forma conjunta en la Facultad de Medicina de la ULPGC y en la Facultad de Biología de la Universidad de La Laguna (ULL).

Este proyecto se enmarca en una convocatoria competitiva de proyectos de innovación educativa interuniversitaria de carácter regional de 2025 con carácter transversal y multidisciplinar, con interés para las áreas de Ciencias de la Salud en la ULPGC y Biología en la ULL. Su implementación beneficiará a un amplio número de estudiantes con objetivos educativos diversos, así como a un equipo docente extenso. El propósito es incorporar un recurso tecnológico adaptable a los contenidos específicos de cada asignatura y titulación.

El objetivo principal es permitir al alumnado visualizar preparaciones histológicas digitales mediante gafas de RV, eliminando la necesidad de microscopios físicos. Esta tecnología facilitará la exploración tridimensional de tejidos y estructuras celulares, enriqueciendo la comprensión de contenidos complejos y promoviendo una experiencia de aprendizaje más inmersiva y accesible. El proyecto implica un paso más que la tecnología desarrollada en pasadas décadas que implicaba escanear portaobjetos y visualizarlos en la pantalla de un ordenador a través de un software dedicado [8]. La propuesta contempla el diseño técnico de la interfaz, la adaptación de contenidos histológicos al entorno virtual, y la validación pedagógica de la herramienta en contextos reales de docencia. Además, se analizarán los aspectos metodológicos necesarios para su implementación en el aula, considerando su potencial como recurso dinamizador de proyectos multidisciplinarios y su contribución a la transformación digital de la educación universitaria.

1.1 Objetivos del proyecto:

Los objetivos principales del proyecto son:

- Desarrollar e implementar microscopios virtuales inmersivos como herramienta educativa para la enseñanza de Histología en los grados de Ciencias de la Salud y Biología.
- Facilitar la visualización tridimensional de preparaciones histológicas digitales mediante dispositivos de RV, complementando la necesidad de microscopios físicos tradicionales.
- Adaptar contenidos histológicos al entorno virtual, asegurando su validez pedagógica y su integración efectiva en el contexto docente universitario.
- Evaluar el impacto pedagógico de la herramienta mediante protocolos de análisis sistematizados que incluyan la satisfacción del alumnado y la mejora en los resultados de aprendizaje.
- Ampliar el alcance de la herramienta educativa mediante el desarrollo de plataformas compatibles con smartphones y tabletas, aprovechando la familiaridad del alumnado con estos dispositivos.

Como objetivos secundarios se plantean:

- Contribuir a la transformación digital de la educación universitaria, integrando las TIC como recurso estratégico para mejorar la calidad educativa.
- Fomentar la innovación metodológica en la enseñanza superior, incorporando tecnologías emergentes que potencien la comprensión de contenidos complejos.
- Impulsar el trabajo multidisciplinar entre facultades y titulaciones, favoreciendo la colaboración docente y la transferencia de conocimiento entre áreas afines.
- Explorar nuevas aplicaciones del microscopio virtual en otras disciplinas científicas, ampliando su potencial como recurso educativo transversal.

2. MATERIAL Y MÉTODOS

2.1 Población de estudio

La población objeto de estudio en este proyecto está compuesta por alumnado universitario de las Facultades de Ciencias de la Salud de la ULPGC y de Biología de la ULL. En concreto, se incluyen estudiantes de distintas asignaturas vinculadas al ámbito de la histología distribuidos en diferentes cursos y titulaciones.

En la ULPGC, se contempla la participación de estudiantes del Grado en Medicina, en la asignatura Histología de Sistemas (2º curso, primer semestre). Por su parte, en la ULL se incluye al alumnado del Grado en Biología que cursa las asignaturas Organografía Microscópica Animal (2º curso, primer semestre) y Biología Tisular (2º curso, primer semestre).

A continuación, se presenta una tabla resumen con las asignaturas, titulaciones y número estimado de estudiantes implicados en el desarrollo inicial del proyecto (Tabla1):

Tabla 1. Distribución de la población de estudio por titulación, asignatura y universidad.

UNIVERSIDAD	ASIGNATURA	TITULACIÓN	N.º ESTUDIANTES
Tenerife ULL	Organografía Microscópica Animal	Biología	120
	Biología Tisular	Biología	80
Gran Canaria ULPGC	Histología de Sistemas	Medicina	150

2.2 Aplicación de microscopio virtual

El aplicativo con tecnología inmersiva para simular un microscopio virtual ha sido desarrollada por el grupo técnico de la Cátedra de Tecnologías Médicas de la ULPGC. Se desarrolló utilizando el motor gráfico Unity, ampliamente extendido dentro de la comunidad de desarrolladores de aplicativos gráficos y videojuegos, y haciendo uso de modelos virtual elaborados por nuestro grupo u obtenidos en repositorios abiertos de modelos 3D.

El aplicativo dispone también de un panel de control en un ordenador externo donde el docente puede monitorizar la actividad realizada por cada estudiante, así como controlar las sesiones prácticas que vaya realizando.

Las imágenes histológicas son extraídas de recursos docentes propios y el diseño de la unidad didáctica está siendo realizada por los profesores implicados directamente en las asignaturas a estudio (Figura 1).

Esta aplicación contribuye a la estrategia de nuestro grupo de incorporar un Aula Inmersiva De Aprendizaje (AIDA) [9] en la facultad de ciencias de la salud de la ULPGC. En dicha aula se pretende ir incorporando recursos, análogos a este, que puedan ser utilizados en las sesiones prácticas de docencia y como recurso académico de autoaprendizaje para los estudiantes.

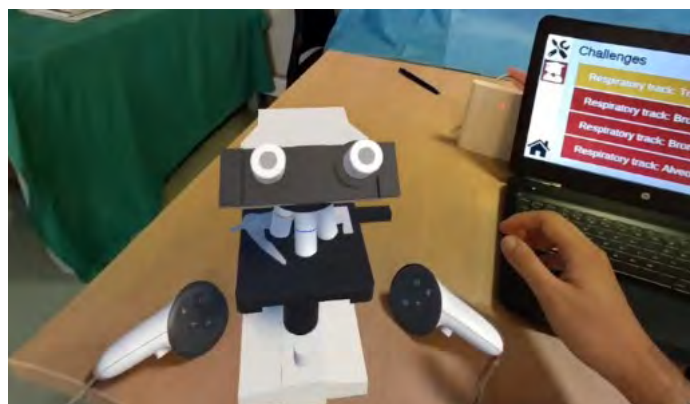


Figura 1: Escenario creado en el metaverso para estudiar la Histología.

2.3 Diseño experimental

Para evaluar el impacto del microscopio virtual inmersivo en el aprendizaje, se están desarrollando dos unidades didácticas diferenciadas (Figura 2) mediante un diseño experimental controlado, aleatorizado y cruzado. El objetivo es comparar el rendimiento académico entre el aprendizaje con RV y el aprendizaje tradicional, empleando una prueba t bilateral para muestras relacionadas con un nivel de significancia del 5%. Cada grupo de estudiantes trabajará como grupo experimental en una unidad y como grupo control en la otra, lo que permite mantener condiciones similares y reducir la variabilidad interindividual, favoreciendo una evaluación más objetiva de la eficacia pedagógica.

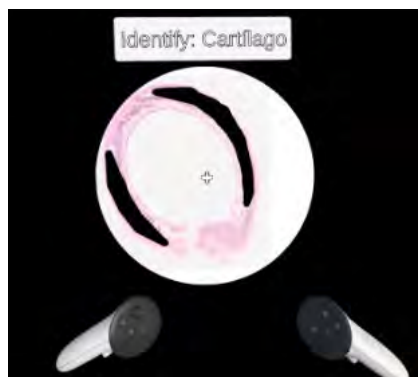


Figura 2: Visualización de las unidades didácticas docentes.

El diagrama (Figura 3) ilustra el diseño con dos grupos en la ULPGC como ejemplo: uno basado en RV inmersiva para la unidad A ($n = 75$) y otro con microscopía convencional ($n = 75$). Para la unidad B se aplicará el mismo procedimiento, invirtiendo las condiciones. Inicialmente se realizará una prueba diagnóstica, seguida por entrenamiento y aprendizaje según el grupo asignado. Posteriormente se aplicará una prueba de evaluación, una encuesta de satisfacción y una prueba de seguimiento. En la ULL, la muestra será de 60 estudiantes para la unidad A y de 40 para la unidad B.

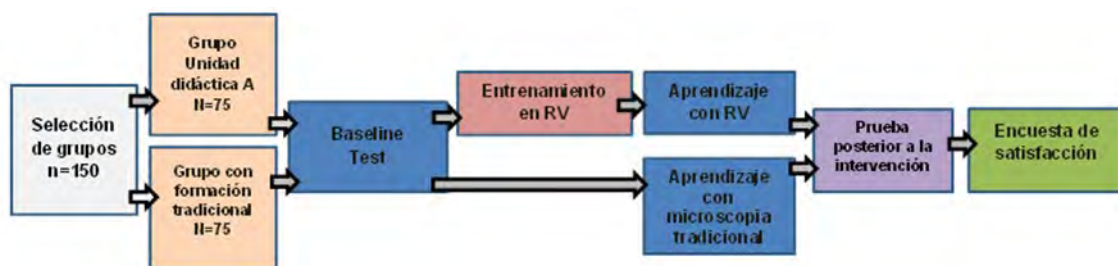


Figura 3: Diagrama representando el diseño del estudio con los dos grupos de intervención.

2.4 Participación de alumnos colaboradores

Con el fin de facilitar la futura implementación del proyecto HiFU en las asignaturas implicadas, se contempla la selección de un grupo de estudiantes colaboradores, principalmente del Grado en Medicina. Estos alumnos recibirán formación técnica específica sobre el uso de los microscopios virtuales inmersivos, incluyendo instalación, configuración y manejo de la herramienta.

La idea es que estos estudiantes actúen como soporte técnico durante las sesiones prácticas, permitiendo que el profesorado se centre en la evaluación pedagógica del recurso. Además, se prevé designar a un alumno coordinador que facilite la comunicación entre docentes y colaboradores, y organice la asistencia técnica en las distintas actividades del proyecto.

2.5 Evaluación prevista

Para medir el impacto del proyecto HiFU, se están desarrollando dos instrumentos principales:

1. Prueba de conocimientos (pretest y postest)

Se elaborará un cuestionario de 20 preguntas de opción múltiple diseñado para evaluar la capacidad del alumnado para identificar estructuras histológicas y comprender relaciones espaciales.

- o Composición: 10 preguntas relacionadas con los contenidos de las unidades didácticas y 10 preguntas de control (con material no incluido en los recursos de estudio) para garantizar la homogeneidad en conocimientos previos.
- o Validación: Dos expertos de cada universidad revisarán las preguntas para asegurar su pertinencia, precisión y alineación con el currículo.
- o Aplicación: Se realizará antes y después de la intervención, sin impacto en la calificación académica.

2. Encuesta de satisfacción

Se aplicará una encuesta anónima para conocer la percepción del alumnado sobre la experiencia de aprendizaje con el microscopio virtual inmersivo.

- o Formato: 20 ítems en escala Likert de 5 puntos, adecuada para estudios en Ciencias de la Salud.
- o Objetivo: Valorar la facilidad de uso, la utilidad pedagógica y el grado de satisfacción con la metodología basada en realidad virtual, además de identificar áreas de mejora.
- o Implementación: Se realizará mediante formularios digitales (Google Forms) al finalizar cada experiencia.

3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

El proyecto fue concedido el 12 de septiembre de 2025, coincidiendo con el inicio del segundo semestre del curso 2025-26. Actualmente se encuentra en fase de desarrollo técnico y didáctico. Se están definiendo dos unidades para la intervención (actualmente sistema respiratorio y tráquea humana), seleccionando preparados histológicos comunes a las asignaturas de ULPGC y ULL. Las muestras han sido escaneadas en alta resolución (objetivos 4x, 10x, 20x y 40x) y se han identificado y etiquetado más de 30 estructuras clave (epitelios, vasos, cartílago hialino), vinculando los metadatos mediante reuniones periódicas con ingenieros y docentes.

En paralelo, se ha completado la configuración inicial de la aplicación en dispositivos del profesorado y se han adquirido equipos adicionales (routers) para garantizar la conectividad. Se han resuelto incidencias técnicas relacionadas con el acceso remoto a la plataforma y se prevé iniciar en noviembre tres sesiones de formación para docentes, verificando la compatibilidad con la infraestructura de las aulas. Este avance permite estimar que la fase de pruebas piloto comenzará en el primer trimestre de 2026, tras la validación funcional de la herramienta.

Uno de los principales campos de aplicación de la RV en los últimos años, gracias al creciente desarrollo tecnológico, ha sido el médico [7]. Concretamente, desde el punto de vista del aula universitaria, la clase magistral en su concepción actual, es decir, la clase basada en el profesor con alumnos como receptores pasivos y con bajo nivel de interactividad, pierde parte de su valor en la formación de los futuros profesionales. Nuevos espacios de formación con funciones específicas, nuevas tecnologías y metodologías constituyen el eje de este cambio de paradigma educativo que necesita la medicina del siglo XXI [10]. Sin embargo, el uso de la RV debe ser medido y ha de valorarse su idoneidad, ya que las aplicaciones virtuales educativas deben considerar además las Técnicas de Enseñanza, los Objetivos Educativos y los Estilos de Aprendizaje con la finalidad de desarrollar aplicaciones centradas en el alumno, y no sólo en el contenido [11].

El presente proyecto de innovación educativa pretende precisamente compaginar el uso de la aplicación, de un claro enfoque técnico, con la formación reglada. Con la participación de la comunidad estudiantil se logrará probar el ambiente

virtual de aprendizaje, siendo una experiencia de contrapartida entendiéndose que se ha ganado en experiencia docente, como también en proceso de aprendizaje por parte de los estudiantes.

4. CONCLUSIONES

El proyecto HiFU representa una iniciativa innovadora en el ámbito de la docencia universitaria, orientada a integrar tecnologías inmersivas en la enseñanza de la Histología. Aunque aún se encuentra en fase de diseño y desarrollo de unidades didácticas en la ULPGC y la ULL, se plantea como una experiencia exploratoria que busca transformar el aprendizaje tradicional mediante el uso de microscopios virtuales.

Se espera que esta herramienta permita al alumnado interactuar con contenidos histológicos de forma tridimensional, favoreciendo la comprensión visual, la motivación y el aprendizaje significativo. Además, se pretende desvincular el uso de la RV de su asociación con el ocio, posicionándola como un recurso educativo potente y accesible. Los medios virtuales ofrecen una alternativa especialmente útil para estudiantes con dificultades para alcanzar la competencia técnica.

La participación activa de estudiantes colaboradores y el interés mostrado en las primeras presentaciones del proyecto refuerzan el potencial de esta tecnología como medio para mejorar la experiencia formativa en ciencias biomédicas. En fases posteriores, se evaluará su impacto mediante encuestas de satisfacción y análisis de resultados académicos.

Se espera que la integración de RV inmersiva e interactiva en la enseñanza de Histología contribuya a mejorar la adquisición y retención del conocimiento, aumentar la motivación del alumnado y reducir barreras cognitivas en el aprendizaje de contenidos complejos. A medida que esta tecnología evoluciona, su incorporación en los planes de estudio podría volverse cada vez más viable, con aplicaciones que podrían extenderse más allá de la formación de grado hacia áreas especializadas como la anatomía patológica o la investigación biomédica. Dado que el uso de esta tecnología en educación médica aún se encuentra en una fase inicial, sus beneficios y limitaciones requieren una evaluación rigurosa a través de estudios como el que actualmente se está desarrollando.

REFERENCIAS

1. Salinas J. Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria. RUSC Universities and Knowledge Society Journal. 2004 Oct 1;1(1).
2. Arbeláez Gómez MC. Las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) un instrumento para la investigación. Investigaciones Andina. 2014;16(29):997–1000.
3. UNESCO. El Futuro del aprendizaje móvil: implicaciones para la planificación y la formulación de políticas - UNESCO Digital Library [Internet]. 2013 [cited 2025 Oct 15]. Available from: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000219637_spa
4. Salcines Talledo I, González Fernández N. Diseño y Validación del Cuestionario “Smartphone y Universidad. Visión del Profesorado” (SUOL). Revista Complutense de Educación [Internet]. 2016 [cited 2025 Oct 15];27(2):603–32. Available from: <https://revistas.ucm.es/index.php/RCED/article/view/46912>
5. Vallet Bellmunt TM, Rivera Torres P, Vallet Bellmunt I, Bel Oms I, Zubiría Ferriols E, Martínez Fernández MT. El móvil en las universidades como instrumento de respuesta de audiencias. Revista DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia, ISSN-e 1699-3748, N° 37, 2019 (Ejemplar dedicado a: Junio) [Internet]. 2019 [cited 2025 Oct 15];(37):1. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/citart?info=link&codigo=6973664&orden=1>
6. Rimale Z, Benlahmar EH, Tragha A, El Guemmat K. Survey on the Use of the Mobile Learning Based on Mobile Cloud Computing. International Journal of Interactive Mobile Technologies (iJIM) [Internet]. 2016 Jul 26 [cited 2025 Oct 15];10(3):35–41. Available from: <https://online-journals.org/index.php/i-jim/article/view/5672>
7. López C. Uso de las tecnologías de la información y la comunicación en la administración curricular de postgrado. Investigación y Postgrado [Internet]. 2014 [cited 2025 Oct 15];29(1):128–46. Available from: http://ve.scielo.org/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1316-00872014000100008&lng=es&nrm=iso&tlng=es
8. Hamilton PW, Wang Y, McCullough SJ. Virtual microscopy and digital pathology in training and education. APMIS [Internet]. 2012 Apr 1 [cited 2025 Oct 16];120(4):305–15. Available from: [/doi/pdf/10.1111/j.1600-0463.2011.02869.x](https://doi.org/10.1111/j.1600-0463.2011.02869.x)
9. Castro Alonso PLuis. Realidad extendida: nuevas tecnologías en la mejora de la docencia. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Servicio de Publicaciones y Difusión Científica; 2024.

10. Vázquez-Mata G. Virtual reality and simulation in the training of medical students. *Educación Médica* [Internet]. 2008 [cited 2025 Oct 15];11:29–31. Available from: https://scielo.isciii.es/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1575-18132008000500006&lng=en&nrm=iso&tlng=en
11. De Antonio Jiménez A, Villalobos Abarca M, Luna Ramírez E. Cuando y Cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza. *Revista de enseñanza y tecnología*, ISSN 1138-7386, N° 16, 2000, págs 26-36 [Internet]. 2000 [cited 2025 Oct 15];(16):26–36. Available from: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=9059011>

