

CAMPUS VIRTUALES

REVISTA CIENTÍFICA IBEROAMERICANA
DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA

CAMPUS VIRTUALES, 15(2), 2026



© CAMPUS VIRTUALES, 15(2), 2026

REVISTA CIENTÍFICA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA

SCIENTIFIC JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY

ISSN: 2255-1514

Huelva (Spain), Vol. 15 Num. 2

2º semestre, julio de 2026



Campus Virtuales

REVISTA CIENTÍFICA IBEROAMERICANA DE TECNOLOGÍA EDUCATIVA
SCIENTIFIC JOURNAL OF EDUCATIONAL TECHNOLOGY

15₂

EDITOR (Editor)

Dr. Alfonso Infante Moro
Universidad de Huelva, España

EDITORES ADJUNTOS (Assistant Editors)

- Dra. Carina S. González, Universidad de La Laguna, España
- Dr. Julio Cabero, Universidad de Sevilla, España
- Dr. Juan Carlos Torres, Univesidad Téc. Particular de Loja, Ecuador
- Lic. José Luis Espinosa, Director General del ILCE, México

CONSEJO TÉCNICO (Board of Management)

- Manuel Gallardo Fernández, Universidad de Huelva, España
- Julia Gallardo Pérez, Universidad de Huelva, España
- Anca Zavate, University Alexandru Ioan Cuza, Rumania
- Nieves Santos, Universidad de Huelva, España
- Angélica Salas, Universidad de Huelva, España
- Cristina Muñoz, Universidad de Huelva, España
- Daniel Ponce, Universidad de Huelva, España
- Rosalía Urbano, Universidad de Huelva, España

COMUNICACIÓN EN RED Y ESTRATEGIA DIGITAL:

- Dra. María Sánchez González, Universidad de Málaga, España
- D. Francisco Zambrana, Universidad de Málaga, España

GESTIÓN COMERCIAL Y DISEÑO (Commercial Manager):

- Juan Carlos Infante Moro, Universidad de Huelva, España

COMITÉ CIENTÍFICO (Advisory Board)

- Dr. Manuel Area, Universidad de La Laguna, España
- Dr. Francisco J. Martínez, Universidad de Huelva, España
- Dr. Raul Canay, Universidad de Santiago de Compostela, España
- Dr. Josep Duart, Universitat Oberta de Catalunya, España
- Dr. Joaquin Sevilla, Universidad Pública de Navarra, España
- Dr. Secundino González, Universidad de Oviedo, España
- Dra. Paula Luna, Universidad de Sevilla, España
- Dr. Eloy López, Universidad Pablo de Olavide, España
- Dra. Alicia Marchese, Universidad Nacional de Rosario, Argentina
- Sra. Nélida M. Montoya, Fundación Universitaria Luis Amigó, Colombia
- Dra. Rocío Arteaga, Universidad de Huelva, España
- Dr. Ángel Hernando, Universidad de Huelva, España
- Dr. Juan Carlos Infante Moro, Universidad de Huelva, España
- Dr. Jordi Adell, Universidad Jaume I, España
- Dr. Martín Llamas, Universidad de Vigo, España
- Dra. Karina Valarezco González, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador
- Dr. Andrea Carignani, Universidad de Milán IULM, Italia
- Dr. Gerardo Borroto, CREA, La Habana, Cuba
- Dra. Jolanta Sloniec, Lublin University of Technology, Poland
- Dr. Arkadiusz Gola, Lublin University of Technology, Poland
- Dr. Carlos Piñeiro Sánchez, Universidade da Coruña, España
- D. Pablo V. Torres, Universidad Técnica Particular de Loja, Ecuador
- Lic. Julia Gallardo Pérez, Universidad de Huelva, España
- Dra. Noura Aknin, Abdelmalek Essaadi University, Marruecos
- Dra. Rubí Estela Morales Salas, Universidad de Guadalajara, México
- Dra. Catalina Guerrero Romera, Universidad de Murcia, España
- Dra. Beatriz Peña Acuña, Universidad de Huelva, España
- Dra. María Sánchez González, Universidad de Málaga, España
- Dr. Jesús Heredia Carroza, Universidad de Sevilla, España

S U M A R I O • C O N T E N T S

Campus Virtuales, 15(2), 2026

Campus Virtuales (Vol. 15, Num. 2)

Coordinador/Coordinator: Red universitaria de Campus Virtuales (RUCV)

PRELIMINARES (FOREWORD)

Sumario (Contents)	2/3
Editorial	5/6

Alfonso Infante

ARTÍCULOS (PAPERS)

• Using email messages to improve learning. A behavioral economics perspective	9/17
Uso de emails para mejorar el aprendizaje. Una perspectiva desde la economía conductual <i>Miguel A. Vallejo y Laura Vallejo-Slocker. Madrid (España).</i>	
• Percepción del futuro profesorado de Secundaria acerca del relato digital: Cuento de realidad aumentada, Croma y CoSpaces	19/29
Perceptions of Future Secondary School Teachers on Digital Storytelling: Augmented Reality Story, Chroma Key and CoSpaces <i>Beatriz Peña-Acuña. Huelva (España).</i>	
• Inteligencia artificial en la enseñanza de las ciencias experimentales: herramientas, impactos y tendencias globales	31/45
Artificial intelligence in the teaching of experimental sciences: tools, impacts, and global trends <i>Santiago Torres Barahona y Gabriela Campos Mera. Riobamba (Ecuador).</i>	
• Contabilidad de los tokens y enrutamiento dinámico en la inteligencia artificial generativa aplicada a Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS): Un modelo económico para la educación superior	47/62
Token Accounting and Dynamic Routing in Generative AI Applied to Learning Management Systems (LMS): An Economic Model for Higher Education <i>Álvaro Martínez García. Madrid (España).</i>	
• Efectividad del Flipped Classroom en la universidad postpandemia: impacto cognitivo y desarrollo competencial desde una revisión sistemática PRISMA (2021-2024)	63/75
Effectiveness of the Flipped Classroom in post-pandemic universities: cognitive impact and competence development from a systematic review PRISMA (2021-2024) <i>José Antonio Ruiz Rodríguez. Huelva (España). Celia Corchuelo Fernández. Sevilla (España).</i>	
• Ethics and regulation of AI in higher education: a comparative study of spanish and romanian students using SEM	77/89
Ética y regulación de la IA en la educación superior: un estudio comparativo de alumnado español y rumano usando el modelo SEM <i>Raluca Stoica. Iași (Rumanía).</i> <i>Laura Díaz-Reyes, Diego Acosta-Gijón y Jesús Heredia-Carroza. Sevilla (España).</i>	
• Implementación de herramientas basadas en inteligencia artificial en la docencia universitaria: experiencia piloto en los grados de trabajo social y educación social	91/103
Implementation of tools based on artificial intelligence in university teaching: pilot experience in social work and social education degrees <i>Rubén Calero-Del Valle, Aleix Morilla-Luchena, Ana Vallejo-Andrada y Elena Ferri-Fuentevilla. Huelva (España).</i>	

ARTÍCULOS (PAPERS)

- Plugin de Moodle para generar sociogramas basado en la participación de sus estudiantes en sus cursos 105/123
Moodle plugin to generate sociograms based on the students' participation in your course
Roniel Navarro Villa. Matanzas (Cuba). Wálfredo González Hernández. Santa Clara (Cuba).
- Evaluación del aprendizaje basado en problemas: grupo experimental y control 125/145
Evaluation of problem-based learning: experimental and control group
Victor Alfonso Pérez Salamanca. Medellín (Colombia).
Agustín Lagunes Domínguez. Ixtaczoquitlán (México).
- ¿Qué cielo tenemos hoy? Machine Learning para identificar nubes en Educación Primaria 147/162
What's the Sky Like Today? Using Machine Learning to Identify Clouds in Primary Education
Sebastià Serrano Reynal. Bogotá (Colombia). Ana María Zafra Ruano. Granada (España).
Constanza Ruiz. San Juan de la Rambla (España).
- La formación online en la adquisición de conocimiento en balística e identificación humana forense 163/172
Online training in the acquisition of knowledge in ballistics and forensic human identification
Carlos Neyra-Rivera, José Jauregui Montero, Edwin Augusto Torres Suárez y Jesús Miguel Quiroz Mejía.
Lima (Perú).
Bruce Budowle. Texas (USA).
- Impact of Digital Tools on Teaching Practices in Early and Primary Education in Paraguay 173/189
Impacto de las herramientas digitales en las prácticas de enseñanza en la educación inicial y primaria en Paraguay
Marina Raquel Báez-Domínguez, Moussa Boumadan-Hamed y Melchor Gómez-García. Madrid (España).
Leticia Paola Fracchia Ginzo. Asunción (Paraguay).
- Desarrollo de la inteligencia emocional digital en alumnado universitario 191/206
Development of digital emotional intelligence in university students
Ana Cristina Gómez-Vallarta. Puebla (México).
María Dolores Guzmán-Franco y Antonio Daniel García-Rojas. Huelva (España).
- Enfoque STEAM: congreso en línea con estudiantes del grado de educación primaria 207/217
STEAM approach: online conference with primary pre-service teacher
María José Cuetos Revuelta y Natalia Serrano Amarilla. La Rioja (España).
- Diferencias de género en la autopercepción del emprendimiento digital del alumnado universitario en España 219/236
Gender differences in university students' self-perception of digital entrepreneurship in Spain
Carmen Gago-Cortés. A Coruña (España). Juan González-Martínez. Girona (España).
Isabel Gutiérrez Porlán. Murcia (España). María Sánchez González. Málaga (España).

Sobre la revista (about magazine)

La revista Campus Virtuales conforma el instrumento de divulgación internacional de los trabajos de investigación e innovación relativos a los temas de interés de los procesos de enseñanza-aprendizaje mediados por las tecnologías. Esta publicación incorpora todos los indicadores y parámetros propios de las publicaciones de carácter científico de relevancia. Para ello, cuenta de un prestigioso Comité Científico que ejercen como evaluadores bajo el sistema de evaluación externa denominado "doble-ciego", lo cual asegura la calidad de las publicaciones.

Normas de publicación (Submission guidelines)

«CAMPUS VIRTUALES» es una revista que provee el acceso libre e inmediato a su contenido bajo el principio de hacer disponible gratuitamente la investigación al público, lo cual fomenta un mayor intercambio de conocimiento global. Se rige por las normas de publicación de la APA (American Psychological Association) para su indización en las principales bases de datos internacionales.

Cada número de la revista se edita en versión electrónica.

TEMÁTICA Y ALCANCE

Artículos científicos: Contribuciones científicas originales sobre la teleformación y las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en los centros educativos superiores. Los artículos generalmente tienen una extensión entre 3.000 y 10.000 palabras y son revisados por el sistema de pares ciegos.

Reseñas bibliográficas: Se recogen textos descriptivos y críticos sobre una publicación de interés actual.

APORTACIONES

Los trabajos deben ser originales, sin haber sido publicados en ningún medio ni estar en proceso de publicación, siendo responsabilidad de los autores el cumplimiento de esta norma y deben tratar un tema actual y de interés público.

Los manuscritos se presentarán en tipo de letra arial, cuerpo 11, interlineado simple, justificados completos y sin tabuladores ni retornos de carros entre párrafos. Sólo se separarán con un retorno los grandes bloques (autor, títulos, resúmenes, descriptores, créditos y apartados). La configuración de página debe ser de 2 cm. en todos los márgenes (laterales y verticales). Los trabajos han de venir en formato .doc, .docx o .odt.

La extensión estará comprendida entre 3.000 y 10.000 palabras.

Es importante que los manuscritos no contengan ninguna información que pueda dar a conocer la autoría.

EVALUACIÓN DE MANUSCRITOS

El Consejo de Evaluadores Externos de «Campus Virtuales» es un órgano colegiado esencial para poder garantizar la excelencia de esta publicación científica, debido a que la revisión ciega basada exclusivamente en la calidad de los contenidos de los manuscritos y realizada por expertos de reconocido prestigio internacional en la materia es la mejor garantía y, sin duda, el mejor aval para el avance de la ciencia y para preservar una producción científica original y valiosa.

La evaluación de manuscritos por expertos internacionales, en consecuencia, es la clave fundamental para seleccionar los artículos de mayor impacto para la comunidad científica.

Esta revisión permite también que los autores, una vez que sus manuscritos son estimados para ser evaluados, puedan contar con informes objetivables sobre los puntos fuertes y débiles de sus manuscritos, en virtud de criterios externos.

Todas las revisiones en «Campus Virtuales» emplean el sistema estandarizado internacionalmente de evaluación por pares con «doble ciego» que garantiza el anonimato de los manuscritos, auditados dentro de la Plataforma «OJS», Open Journal System, generándose un promedio de cinco informes por cada manuscrito

Normas de publicación / guidelines for authors (español-english) en: www.revistacampusvirtuales.es

Grupo editor (Publishing Group)

Red Universitaria de Campus Virtuales (RUCV) es una asociación académica sin ánimo de lucro constituida por docentes e investigadores universitarios interesada en promover el desarrollo de la teleformación en las instituciones educativas.

www.campusvirtuales.net

Editorial

Editorial

Dr. Alfonso Infante Moro
Editor

Campus Virtuales (ISSN: 2255-1514) es una revista científica de investigación multidisciplinar en relación con el uso de las Tecnologías de la Información y la comunicación (TIC) en la educación. Con una doble vocación, recoger las experiencias de investigadores a título personal y de los Campus universitarios institucionales.

Esta revista científica de ámbito latinoamericano para la reflexión, la investigación y el análisis de las tecnologías educativas, que se publicará en Español e Inglés.

Editada desde octubre de 2012, se presenta como una revista con periodicidad semestral y con rigurosa puntualidad los primeros meses de cada semestre (enero y julio). La revista cuenta con un consejo científico asesor de más de cincuenta miembros, formado por investigadores prestigiosos en este ámbito tanto de las universidades españolas como de centros de investigación e instituciones superiores de América y Europa esencialmente.



Editorial

Editorial

Campus Virtuales, como revista científica que cumple los parámetros internacionalmente reconocidos de las cabeceras de calidad, incluye en todos sus trabajos resúmenes y abstracts, así como palabras clave y key words en español e inglés. Todos los trabajos, para ser publicados, requieren ser evaluados por expertos, miembros de los comités asesores y de redacción de la publicación y se someten a revisión de pares con sistema «ciego» (sin conocimiento del autor). Sólo cuando reciben el visto bueno de dos expertos los mismos son aprobados. En cada trabajo se recoge la fecha de recepción y aceptación de los mismos.

En sus diferentes secciones, en las que prevalece la investigación, se recogen monografías sobre temáticas específicas de este campo científico, así como experiencias, propuestas, reflexiones, plataformas, reseñas, informaciones para favorecer la discusión y el debate entre la comunidad científica y profesional de la formación on-line. En sus páginas, los investigadores cuentan con un foro de reflexión crítica, con una alta cualificación científica, para reflexionar y recoger el estado de la cuestión en esta parcela científica, a fin de fomentar una mayor profesionalización de la tecnología educativa.

Campus Virtuales recepciona trabajos de la comunidad científica (universidades, centros de educación superior), así como de profesionales de las TIC en el ámbito educativo de todo el mundo, pero especialmente de su ámbito de influencia, la comunidad iberoamericana, España, Portugal y todo Latinoamérica. La revista es editada por Red Universitaria Campus Virtuales, asociación académica no lucrativa formada por profesionales, docentes e investigadores universitarios Latinoamericanos, que funciona desde 2010, interesada en promover el desarrollo de la teleformación en las instituciones educativas, así como la revista Campus Virtuales.



ua
JOURNALS

www.ujournals.com

United Academic Journals

Using email messages to improve learning. A behavioral economics perspective

Uso de emails para mejorar el aprendizaje. Una perspectiva desde la economía conductual

Miguel Angel Vallejo¹, Laura Vallejo-Slocker²

¹ Universidad Nacional de Educación a Distancia (UNED), Spain

² Universidad Complutense de Madrid, Spain

mvallejo@psi.uned.es , lavallej@ucm.es

ABSTRACT. Motivation is the main factor that increases success in education and has special importance in distance learning. The use of personalized email messages has been shown to be useful for increasing retention and engagement. The aim of this study was to evaluate the effect of motivational emails on exam scores: 922 psychology students were randomly assigned to message or no-message groups. The message group received weekly email messages based on behavioral economic principles. There were no differences between groups in exam scores. A decision-tree analysis showed that the message group with a history of academic success improved their exam scores when compared with the no-message group. Exam scores are related to having a history of academic success and to the perceived relationship between knowledge and the score obtained. Furthermore, the usefulness of this experience and the opinions of students are discussed.

RESUMEN. La motivación tiene una especial importancia en la educación a distancia. El uso de mensajes de correo electrónico personalizados es útil para favorecer la retención y el compromiso. El objetivo fue evaluar el efecto de correos electrónicos motivacionales en el resultado de los exámenes: 922 estudiantes de psicología fueron asignados aleatoriamente a un grupo con mensajes o sin mensajes. El grupo con mensajes, basados en principios de la economía conductual, los recibió semanalmente. No hubo diferencias entre los grupos. Un análisis de árbol de decisiones mostró que el grupo con mensajes con un historial de éxito académico mejoró sus resultados en los exámenes en comparación con el grupo sin mensajes. La calificación en los exámenes está relacionada con tener un historial de éxito académico y con la relación percibida entre el conocimiento y la nota obtenida. Se discuten, además, la utilidad de esta experiencia y las opiniones de los estudiantes.

KEYWORDS: Behavioral economics, Academic success, Higher education, Motivation, Distance learning.

PALABRAS CLAVE: Economía conductual, Éxito académico, Educación superior, Motivación, Enseñanza a distancia.

1. Introduction

Motivation is a main factor in education. Learning is a result of cognitive and motivational variables (Valle et al., 2003). Thus, increasing motivation is a good way to improve learning. Several studies have found that motivation is correlated with better results and learning performance, particularly when motivation is intrinsically oriented (Deci and Ryan, 1985; Pintrich and Schunk, 1966; Kauffman, 2004).

Distance education has a singular deficit in motivation. There is a substantial difference in graduation rates in distance education when compared with those of conventional higher education institutions. The term "distance education deficit" was coined to denote this characteristic (Simpson, 2013).

Emails have been used to improve motivation in education. Inkelaar and Simpson (2015) analyzed motivational emails and found a 2.3% increase in retention with the use of such emails. They suggest that despite the effect size of such an intervention, email is cost-effective and easy to use. This potential has also been noted by other authors (Case and Elliot, 1997; Huett et al., 2008; Motz, Mallon, and Quick, 2021; Smith et al., 2018). Additionally, from the behavioral economy perspective, the use of motivational text messages has been shown to be useful for improving engagement and attainment in math and English courses (Hume et al., 2018).

To improve motivation, understanding what variables are relevant to create a set of motivational text to send by email is important. Wlokowski and Ginsberg (1995) propose four dimensions: inclusion (connections between learners and teachers), positive attitudes, meaning (how learning is connected to a goal or purpose), and competence (feelings of efficacy and intrinsic motivation). These dimensions are related to the Attention, Relevance, Confidence, Satisfaction (ARCS) model of instruction (Keller, 1987) and self-theories and theory of action (Dweck, 1999, 2006; Snipes, Fancsali, and Stoker, 2012). These theories stress the importance of grit and growth, identity and community, and passion and purpose.

The aim of this study is to determine whether motivational text messages can improve academic results in a sample of students at UNED, a distance learning university in Spain. According to the literature, we hypothesized that students who receive motivational emails will obtain better results than students who do not receive them.

2. Method

2.1. Participants

UNED has as its mission the public service of higher education through the modality of distance education. At present, UNED has more than 205,000 students and is therefore the largest university in UNED. We chose a class in the final year (fourth) of undergraduate studies in psychology during the 2018-19 school year period. The subject was cognitive behavioral therapy. All students (1249) were invited to participate in the study. We chose the "opt-in" strategy. When they were informed of the study, if they did not express a desire not to participate, then they were included in the study. None of them opted out the study. The students were randomly assigned by an SQL software function to either the message group or the no-message control group.

To be considered a participant, a student must respond to a specific questionnaire one week after the exam. Only 922 of the initial 1249 students completed the questionnaire. All participants received an additional 0.3 points on their final exam score (ES) (scale 0-10).

2.2. Instruments

The dependent variable was the ESs of the students (scale 0-10). Several variables were obtained from the administrative and scholarly data on each student at UNED: age, sex, and success and evaluation rate. Success rate is the number of credits passed/number of credits evaluated, and the evaluation rate is the number of credits evaluated/number of credits enrolled.



A questionnaire was designed to evaluate some aspects related to the study of the student and her/his participation in this experience, including 10 questions on a 0-10 scale: satisfaction with the subject, appropriateness of the exam, relevance for their profession, usefulness of this experience and resources used to study.

2.3. Procedure

The email content was designed to increase self-efficacy and perceived importance of the subject to students' interests and professional matters. Emails sent closer to the final exam advised them of the importance of not losing their acquired knowledge.

Each message was personalized and gender-adjusted and started with a greeting and the name of the participant. The sender was the professor of the subject. The recipient was the official email address of the student participant. No messages were sent to private email addresses. The message topics were addressed in the following order:

- (1) Introductory text explaining the objective of the experience,
- (2) Looking for the importance of the subject in their real lives (purpose),
- (3) Prestige of the subject in relation to psychotherapy and psychiatry (identity and community),
- (4) Finding relations between the elements of the subject (grit),
- (5) Learning as a process to solve problems (growth mindset),
- (6) Each new knowledge or application being an opportunity to understand how the principles work (grit),
- (7) Self-evaluation and the need to contrast their point of view (identity and community),
- (8) Self-efficacy to understand and master the subject (growth mindset),
- (9) Motivation to establish a relationship between new and older knowledge (growth mindset),
- (10) The subject being practical and wonderful (purpose),
- (11) The importance of details: the way vs. the goal (growth mindset),
- (12) Striving to retain what has been learned as a necessity (loss aversion),
- (13) "Eight out of 10 students in February 2017 passed the subject..." (social reference and loss aversion), and
- (14) Not forgetting the main topics (grit and loss aversion).

The messages were sent on Sunday afternoons on a weekly basis, starting on October 28th, 2018, and ending on January 20th, 2019, a week before the exam.

2.4. Data analysis

The statistical analysis was conducted using SPSS version 24. A descriptive analysis was performed for all the variables studied. A t-test for independent groups was used to determine the efficacy of the intervention for ESs.

A decision-tree analysis was conducted to predict what variable measures before the study can add information about the utility of the motivational emails used. We used the Classification Tree module of SPSS 24 to identify an optimal algorithm for relating personal and scholarly variables to the exam results. Analysis with classification trees is a basic data-mining technique used in different disciplines (Vandamme, Meskens, and Superby, 2007; Onder and Uyar, 2017). The dependent variable (criterion) was the ES, and the independent variables were group, sex, age, evaluation and success rate. Moreover, we used the chi square automatic interaction detector (CHAID). Correction for multiple comparisons was controlled through the use of Bonferroni adjustments. The minimum parent and child nodes were set at 50 and 25, respectively (Onwuegbuzie and Collins, 2010). Model validation was performed to evaluate the predictive accuracy and generalizability of the model. A random division of the sample was conducted according to the following recommendations (Rokach and Maimon, 2015): a "training sample" of 70% of the full sample and a "validation

sample" (30%) used to test the classification accuracy of the decision tree generated.

To explore the relationship between ES and the other variables measured, a bivariate correlation analysis was performed.

A regression analysis was performed to identify the variables measured by the postquestionnaire related to ESs. This analysis was independent of the intervention but useful for understanding students' opinions about the experience.

3. Results

3.1. Sample characteristics

Table 1 shows the main characteristics of the participants. Participants were mainly women, and their mean age was 35 years. The evaluation rate was 0.81, and the success rate was 0.79. There were no statistically significant differences between these variables and the two experimental groups.

	Total	Message	Control
N	922	459	463
Age (y)			
Mean (SD)	34.98 (10.88)	35.27 (10.99)	34.71 (10.79)
Sex (n)			
Female	677 (73.4%)	316 (70.7%)	361 (76%)
Male	245 (36.6%)	131 (29.3%)	114 (24%)
Evaluation rate (0-1)			
Mean (SD)	0.81 (0.27)	0.82 (0.27)	0.81 (0.27)
Success rate (0-1)			
Mean (SD)	0.79 (0.29)	0.79 (0.29)	0.79 (0.29)

n: number of cases; y: years, SD: standard deviation, and %: percentage.

Table 1. Characteristics of participants. Source: Own elaboration.

3.2. Intervention effects

Using ES as a dependent or criterion variable, the decision-tree analysis showed a first node with group as a predictor ($F(1, 6350) = 9.394, p < 0.001$). A second-level node, under the presence of the message group, showed an additional predictor: success rate ($F(3, 3120) = 260.981, p < 0.001$). The model was able to correctly classify 86.8% of the sample. Model validation showed an 89.3% correct classification for the "training sample" and an 82.6% correct classification for the "validation sample" (Figure 1). There were five final groups covering 100% of the sample (51.5, 15.0, 9.4, 9.4, and 14.7%).

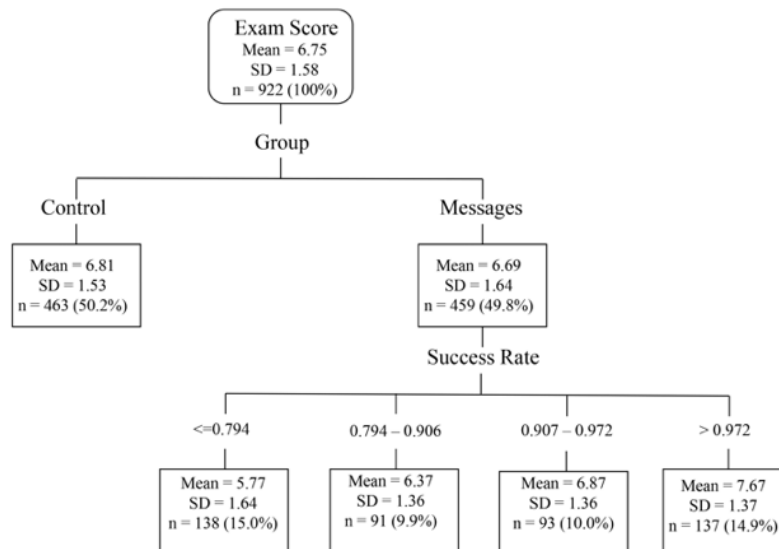


Figure 1. Decision-tree model for ES as a dependent or criterion variable. Source: Own elaboration.

3.3. Correlation and regression analysis

Table 2 shows the correlation coefficients of the variables studied. There are high coefficients between ES and the relationship perceived between ES and knowledge of the subject ($r=0.56$, $p<0.001$) and between ES and the effort made by the student in studying the subject ($r=0.55$, $p<0.001$). Satisfaction with the subject is related to the adjustment of the exam to the subject content (good exam) ($r=0.57$, $p<0.001$), the contribution of the subject to the student's training as a psychologist (purpose) ($r=0.66$, $p<0.001$), the utility of the activity ($r=0.52$, $p<0.001$), and the use of the e-learning platform (Alf) ($r=0.39$, $p<0.001$).

	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
1 Exam Score (ES)	–											
2 Evaluation Rate	0.16**	–										
3 Success Rate	0.27**	0.15*	–									
4 Subject Satisfaction	0.22**	0.02	-0.00	–								
5 Good Exam	0.37**	0.07*	0.04	0.57**	–							
6 ES Knowledge	0.56**	0.09*	0.10*	0.35**	0.61**	–						
7 ES Effort	0.55**	0.09*	0.13*	0.33**	0.56**	0.82**	–					
8 Purpose	0.13**	-0.04	-0.04	0.66**	0.43**	0.28*	0.22*	–				
9 Utility Activity	0.05	-0.04	-0.05	0.52**	0.36**	0.22**	0.21*	0.48**	–			
10 Recommended	0.14	-0.04	-0.04	0.47**	0.31**	0.17**	0.16*	0.47**	0.79**	–		
11 Utility for Other Subjects	0.03	0.00	-0.04	0.41**	0.29**	0.17**	0.15*	0.36**	0.62**	0.65**	–	
12 Alf Use	0.04	-0.05	-0.04	0.39**	0.24**	0.13**	0.10*	0.35**	0.46**	0.40**	0.38**	–
13 Social Network Use	-0.01	0.00	-0.03	0.10*	0.07*	0.07*	0.07*	0.14**	0.18**	0.24**	0.14**	0.19**

* $P < 0.05$

** $P < 0.01$

Variables 4 to 13 correspond to the ten-item questionnaire completed after the exam

Table 2. Correlations among variables and questionnaire items ($n=922$). Source: Own elaboration.

A multiple regression analysis was used, with the variables measured in the study as independent variables and the ES, the outcome of the learning, as the dependent variable. The results of the regression analysis are presented in Table 3. There is a significant predictor effect of ES ($F(4, 921) = 131.17, p < 0.000$).

Model	SS	Df	Ms	F	Sig.
Regression	813.56	4	203.39	131.17	0.001
Residual	1325.72	917	1.55		
Total	2139.28	921			

IV = variables measured, and DV = ES.

Table 3. Results of multiple regression analysis on ESs (N=922). Source: Own elaboration.

The model obtained is shown in Table 4 and explains 38% of ESs ($R^2 = 0.38$), which is a large effect based on Cohen's (1988) guidelines of effect sizes. The relationship perceived between ES and knowledge of the subject has a high beta value ($\beta = 0.32, p < 0.000$). The next three predictors are as follows: the relationship perceived between ES and knowledge of the subject ($\beta = 0.26, p < 0.000$), the success rate having a high beta value ($\beta = 0.19, p < 0.000$), and the evaluation rate ($\beta = 0.07, p = 0.012$).

Model	Unstandardized Coefficients		Standardized Coefficients		
	β	SE β	β	t	Sig.
Constant	3.191	0.197		16.236	0.000
ES Knowledge	0.223	0.032	0.318	6.875	0.000
Success Rate	1.040	0.149	0.192	6.982	0.000
ES Effort	0.165	0.030	0.258	5.547	0.000
Evaluation Rate	0.404	0.161	0.069	2.508	0.012

IV = variables measured, and DV = ES.

Note. $R = 0.617$. $R^2 = 0.380$. $\Delta R^2 = 0.377$ Std. error of estimate = 1.245

Table 4. Results of multiple regression analysis on ESs (N=922). Source: Own elaboration.

4. Discussion

The model obtained is shown in Table 4 and explains 38% of ESs ($R^2 = 0.38$), which is a large effect based on Cohen's (1988) guidelines of effect sizes. The relationship perceived between ES and knowledge of the subject has the high beta value ($\beta = 0.32, p < 0.000$). The next three predictors are as follows: the relationship perceived between ES and knowledge of the subject ($\beta = 0.26, p < 0.000$), the success rate having a high beta value ($\beta = 0.19, p < 0.000$), and the evaluation rate ($\beta = 0.07, p = 0.012$).

We did not obtain a significant difference in ESs from the use of motivational messages. To our knowledge, there are no similar studies to perform a comparison. Nevertheless, other studies have shown a small effect of such messages on student retention, at approximately 10% ($p = 0.1$) (Inkelaar and Simpson, 2015), or an 8.7% increase in ESs ($p < 0.05$) (Hume et al., 2018) in adult education. Contrary to expectations, these motivational messages did not show a group effect in our study. One reason to explain this lack of effect is the possible communication among participants. They had an alternative way to communicate through social networks. It is possible that they exchanged information about the motivational emails. However, we do not have measures to evaluate this possible artifact, which may have negatively affected group independence.

Nevertheless, even if the motivational emails did not improve the ESs, some participants still may have benefitted from this intervention. The decision-tree analysis shows that these messages may favour better

students. Above the 0.907 score for success rate, the presence of messages improved the ESs more than did the absence of these messages. This outcome is interesting, as it shows that the decision to use such messages can depend on the previous academic history of the student; for example, messages can be sent to only the students who can benefit from them.

We expect to improve the achievement of students with difficulties, but we have not done so yet. Exploring other interventions to motivate these students is necessary. In our study, we identified students (24%) who benefitted from this intervention. Possibly, the content of motivational messages is helpful for students with medium to high past academic success but is not helpful for, or can even have a negative effect on, students with low past academic success. Reading about the utility of the subject in professional training may have an adverse effect on those who have problems achieving this goal.

We did not find any studies with a college sample related to scholarly achievement. However, there are some related insights in the extant research. However, these findings do not apply to all individuals. Karlan and Wood (2017) studied the content of email messages provided to donors to increase fundraising, finding that the information provided improved donor response among experienced prior donors. These people are motivated by the benefits provided by their donations. In the case of less experienced prior donors, the email did not work because the motivation was occasional and emotional. In our study, students with a history of high success were more ready to accept messages congruent with the relationship between effort and academic and professional outcomes. This content did not work for people without these previous experiences, and such information may have even been counterproductive.

The lack of experience in a specific subject cannot be substituted by generic information about the subject. Niederdeppe, Avery, Kellog and Mathios (2016) found that media information about statin drugs had a paradoxical and counterproductive effect on people who were not taking a prescription statin drug. Thus, previous experience with such a drug may be needed to motivate such individuals toward the drug. A similar effect may be present in our study in people without significant experience with academic success.

When email motivation is successful, the effect is small, which may be due to the ceiling effect because 24.1% of the people who improved had a success rate higher than 0.907. Nevertheless, the effects of text messages seem to be a beneficial for self-efficacy, which might facilitate behavioral change in the long term. We do not measure self-efficacy in our study, but other authors (Schwerdtfeger, Schmitz, and Warken, 2012) have studied this effect.

The responses to the questionnaire after the study are useful for understanding some study aspects, but it is influenced by the ESs obtained. The students know their ESs before answering the questionnaire.

ES is related to four variables. Two of these variables are taken before the study: success rate and evaluation rate, confirming the importance of academic history. A history of academic success may be associated with an increased feeling of study value and motivation (Schaap, Schmidt, and Verkoeijen, 2012). The other two variables are the perceived relationships between knowledge and effort and between effort and the score obtained. These relationships identify the adequacy of the score exam to the student's effort and are also motivational factors (Lizzio and Wilson, 2013; Jurgens, 2016). Both groups of variables—academic history and the adequacy of the exam—are poorly related ($r = .09, .1$), which is probably an indication that they are two relatively independent processes. The information related to the adequacy of the exam and the purpose and utility of the subject can be influenced by motivational messages and by exam construction. It is not possible to differentiate the variables responsible for these scores, but the general effect is an increase in motivation.

Limitations

There are several limitations in this study. The main limitation is the lack of control over the communication

between the experimental and control groups. Although all communication was personal, it was impossible to prevent communication between the groups. The students have their own network to communicate, and they are likely to consider this study an interesting matter to share. This break in the independence of these groups is a serious threat to a comparison of the groups' results. To understand this possible effect, we considered a small group of 60 students who were not in the initial database of the study for administrative reasons. They did not receive any communications about the study. In other words, these students were treated as if they were not part of the study at all. The comparison showed a significant difference between groups in ESs ($M_{\text{message}} = 6.686$, $M_{\text{out of study}} = 5.992$, $t = 2.935$, $p < 0.003$). This finding confirms the possible communication between study groups and shows a positive effect of the motivational emails used.

Another limitation of this study is that the students are in their final year of undergraduate studies in psychology. However, the need to motivate students might be greater in the earlier years of undergraduate studies. To prevent the failure of motivation, it is necessary to know the effectiveness of motivational emails in these early years of undergraduate studies.

5. Conclusions

Motivational email is a simple and lower-cost procedure that is useful when students have a history of academic success. Thus, the message content can be improved such that it has a positive effect on students with little or no history of academic success. Nevertheless, the paradoxical effect due to reactivity and counterproductive responses must be taken into account.

Students' history of academic success must be known before sending such emails. In this way, our study provides a specific indication for similar samples in exploring the utility of this procedure.

The students in our study responded positively about the experience and remarked about the importance of a strong relationship between the results of the exam (ESs), the knowledge acquired, and the effort made during learning. These aspects are consistent with the content of the emails sent.

The usefulness of motivational email is congruent with the use of nudges, mainly when these could be prepared in the student context (Brown et al., 2024).

Acknowledgments

The authors thank Enrique Moreno, the director of the information processing office of UNED, for facilitating the academic history data of the students enrolled in this research.

Funding

This research did not receive external funding.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Vallejo, M. A., & Vallejo-Slocker, L. (2026). Using email messages to improve learning. A behavioral economics perspective. *Campus Virtuales*, 15(2), 9-17. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1689>

References

- Case, P., & Elliot, B. (1997). Attrition and retention in distance learning programs, problems strategies, problems and solutions. *Open Praxis*, 1, 30-33.
- Deci, E., & Ryan, R. (1985). *Intrinsic motivation and self-determination in human behavior*. Plenum Press.
- Dweck, C.S. (1999). *Self-theories: Their role in motivation, personality and development*. Psychology Press.
- Dweck, C.S. (2006). *Mindset*. Random House.

Vallejo, M. A., & Vallejo-Slocker, L. (2026). Using email messages to improve learning. A behavioral economics perspective. *Campus Virtuales*, 15(2), 9-17. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1689>



- Huett, J. B., Kalinowski, K. E., Moller, L., & Huett, K. C. (2008). Improving the Motivation and Retention of Online Students through the Use of ARCS-Based E-Mails. *American Journal of Distance Education*, 22(3), 159–176. <https://doi.org/10.1080/08923640802224451>
- Hume, S., O'Reilly, F., Groot, B., Chande, R., Sanders, M., Hollingsworth, A., Meer, J.T., Barnes, J., Booth, S., Kozman, E., & Soon, X-Z. (2018). Improving engagement and attainment in maths and English courses: insights from behavioural research. Department for Education. UK Government. https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/738028/Improving_engagement_and_attainment_in_maths_and_English-courses.pdf
- Inkelaar, T., & Simpson, O. (2015). Challenging the 'distance education deficit' through 'motivational emails.' *Open Learning: The Journal of Open and Distance Learning*, 30(2), 152–163. <https://doi.org/10.1080/02680513.2015.1055718>
- Juergens, C. M. (2016). Study habits as predictors of exam scores. *Psychology and Education: An Interdisciplinary Journal*, 53(3–4), 36–47.
- Karlan, D., & Wood, D. H. (2017). The effect of effectiveness: Donor response to aid effectiveness in a direct mail fundraising experiment. *Journal of Behavioral and Experimental Economics*, 66, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.socec.2016.05.005>
- Kauffman, D. E., & Husman, J. (2004). Effects of Time Perspective on Student Motivation: Introduction to a Special Issue. *Educational Psychology Review*, 16(1), 1–7. <https://doi.org/10.1023/B:EDPR.0000012342.37854.58>
- Keller, J. M. (1987). Development and Use of the ARCS Model of Motivational Design. *Journal of Instructional Development*, 10(3), 2–10. <https://www.jstor.org/stable/30221294>
- Lizzio, A., & Wilson, K. (2013). First-year students' appraisal of assessment tasks: Implications for efficacy, engagement and performance. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 38(4), 389–406. <https://doi.org/10.1080/02602938.2011.637156>
- Motz, B. A., Mallon, M. G., & Quick, J. D. (2021). Automated Educative Nudges to Reduce Missed Assignments in College. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 14(2), 189–200. <https://doi.org/10.1109/TLT.2021.3064613>
- Niederdeppe, J., Avery, R. J., Kellogg, M. D., & Mathios, A. (2017). Mixed messages, mixed outcomes: Exposure to direct-to-consumer advertising for statin drugs is associated with more frequent visits to fast food restaurants and exercise. *Health Communication*, 32(7), 845–856. <https://doi.org/10.1080/10410236.2016.1177903>
- Önder, E., & Uyar, S. (2017). CHAID Analysis to Determine Socioeconomic Variables That Explain Students' Academic Success. *Universal Journal of Educational Research*, 5(4), 608–619. <https://doi.org/10.13189/ujer.2017.050410>
- Onwuegbuzie, A. J., & Collins, K. M. (2010). An innovative method for stress and coping researchers for analyzing themes in mixed research: Introducing chi-square automatic interaction detection (CHAID). In K. M. Collins, A. J. Onwuegbuzie, & Q. G. Jio (Eds.), *Toward a broader understanding of stress and coping: Mixed methods approaches* (pp. 287–301). Information Age.
- Pintrich, P., & Schunk, D. (1996). *Motivation in education: Theory, research, and applications*. Prentice-Hall.
- Rau, P.-L. P., Gao, Q., & Wu, L.-M. (2008). Using Mobile Communication Technology in High School Education: Motivation, Pressure, and Learning Performance. *Computers & Education*, 50(1), 1–22. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2006.03.008>
- Rokach, L., & Maimon, O. (2015). *Data mining with decision trees: Theory and applications*. 2nd ed. World Scientific Publishing.
- Schaap, L., Schmidt, H. G., & Verkoeijen, P. P. J. L. (2012). Assessing Knowledge Growth in a Psychology Curriculum: Which Students Improve Most? *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 37(7), 875–887. <https://doi.org/10.1080/02602938.2011.581747>
- Schwerdtfeger, A. R., Schmitz, C., & Warken, M. (2012). Using text messages to bridge the intention-behavior gap? A pilot study on the use of text message reminders to increase objectively assessed physical activity in daily life. *Frontiers in Psychology*, 3. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2012.00270>
- Simpson, O. (2013). *Supporting students for success in online and distance education*. Routledge.
- Smith, B. O., White, D. R., Kuzyk, P. C., & Tierney, J. E. (2018). Improved Grade Outcomes with an E-Mailed "Grade Nudge." *Journal of Economic Education*, 49(1), 1–7. <https://doi.org/10.1080/00220485.2017.1397570>
- Snipes, J., Fancsali, C., & Stoker, G. (2012). Student academic mindset intervention: A review of the current landscape. Report released by the Stuoski Fonudation. https://www.impaqint.com/sites/default/files/project-reports/impag%20student%20academic%20mindset%20interventions%20report%20august%202012_0.pdf Accessed 15 November 2019.
- Valle, A., Cabanach, R. G., Nunez, J. C., Gonzalez-Pienda, J., Rodriguez, S., & Pineiro, I. (2003). Cognitive, Motivational, and Volitional Dimensions of Learning: An Empirical Test of a Hypothetical Model. *Research in Higher Education*, 44(5), 557–580. <https://www.jstor.org/stable/40197322>
- Vandamme, J.-P., Meskens, N., & Superby, J.-F. (2007). Predicting academic performance by data mining methods. *Education Economics*, 15(4), 405–419. <https://doi.org/10.1080/09645290701409939>
- Włodkowski, R.J., & Ginsberg, M.B. (1995). *Diversity and motivation: Culturally responsive teaching*. Jossey-Bass.

Percepción del futuro profesorado de Secundaria acerca del relato digital: Cuento de realidad aumentada, Croma y CoSpaces

Perceptions of Future Secondary School Teachers on Digital Storytelling: Augmented Reality Story, Chroma Key and CoSpaces

Beatriz Peña-Acuña¹

¹ Universidad de Huelva, España

beatriz.pa@dfilo.uhu.es

RESUMEN. La competencia digital constituye un desafío clave en la formación del profesorado de Secundaria. En este estudio, se aplicó una metodología cualitativa basada en la observación participante con una muestra de 27 futuros docentes. La recolección de datos se realizó mediante un diario de campo, entrevistas semiestructuradas y grupos de discusión. Los resultados revelan una valoración muy positiva de tres herramientas digitales específicas: el Cuento de realidad aumentada, la técnica del Croma y la plataforma CoSpaces. Estas herramientas no solo potencian el aprendizaje cognitivo, sino también aspectos afectivos y actitudinales. Se concluye que su integración requiere formación específica en contextos educativos reales.

ABSTRACT. Digital competence represents a significant challenge in the training of future secondary school teachers. This study adopted a qualitative approach based on participant observation, involving a sample of 27 trainee teachers. Data were gathered through a field diary, semi-structured interviews, and focus group discussions. The results reveal a highly positive evaluation of three specific digital tools: augmented reality storytelling, the chroma key technique, and the CoSpaces platform. These tools were found to enhance not only cognitive learning but also emotional engagement and attitudinal development. The study concludes that effective classroom integration of such tools requires targeted, hands-on training in authentic educational settings.

PALABRAS CLAVE: Competencia, Tecnología educacional, Observación, Herramientas, Recursos.

KEYWORDS: Competence, Educational technology, Observation, Tools, Resources.

1. Introducción

La formación en competencia digital del futuro profesorado de Secundaria y Bachillerato es fundamental para preparar a los docentes en el uso efectivo de herramientas tecnológicas en el aula (García-Ruiz y Luque-Jiménez, 2024; Napal Fraile et al., 2018). Estos reciben incentivación a adquirir un nivel mayor en competencia digital y se organizan cursos desde el Centro de Formación Permanente. Esta formación no solo mejora sus habilidades técnicas, sino que también fomenta la enseñanza innovadora, el desarrollo de la creatividad y la inclusión digital. Pozo et al. (2020) encuentran que el profesorado femenino destaca en la creación de contenidos digitales y el profesorado masculino en resolución de problemas, con factores educativos influyendo en la competencia digital docente.

Sin embargo, según Mas et al. (2023), en un estudio de técnica mixta descubren la escasa implementación de tecnología en la educación en Secundaria evidencia áreas de mejora y la necesidad de formación continua del profesorado frente a amplios marcos institucionales. Ortega-Sánchez et al. (2020) mediante estudio comparativo estadístico indican que es urgente optimizar la capacitación tecnológica-práctica y pedagógica de los docentes universitarios, así como ajustar sus competencias a los requerimientos de la Sociedad de la Información y Comunicación (SIC) y a las pautas del Marco Común de Competencia Digital. La realidad aumentada (en adelante RA) está siendo cada vez más incorporada en la educación secundaria, proporcionando nuevas maneras de enseñar y aprender. Esta tecnología posibilita que los estudiantes interactúen con contenido digital que se superpone al entorno real, lo que puede enriquecer la experiencia de aprendizaje y facilitar la comprensión de los conceptos.

Un cuento de realidad aumentada en relación a la multimodalidad combina narración escrita, imágenes, sonido y elementos interactivos, creando una experiencia inmersiva (Hurtado-Mazeyra et al., 2023) que favorece la creatividad. Los lectores interactúan con el contenido a través de dispositivos, lo que enriquece la comprensión y conexión emocional, permitiendo una exploración más profunda del relato y sus personajes.

El Croma es una herramienta educativa innovadora (Barragán, 2023) que permite crear fondos virtuales, promoviendo la creatividad y expresión emocional de los estudiantes. En la formación de futuros docentes, facilita la exploración de nuevas metodologías, mejora la comunicación lingüística y fomenta el trabajo en equipo, ayudando a superar el pánico escénico y gestionando emociones en el aprendizaje cooperativo.

CoSpaces es una herramienta educativa que permite a los futuros profesores de Secundaria crear entornos virtuales interactivos mediante programación. Facilita el aprendizaje del lenguaje de programación y el diseño de mundos 3D, promoviendo la creatividad y la competencia digital. Según Fernández et al. (2022) la valoración del alumnado es positiva. CoSpaces fomenta metodologías activas y el desarrollo de habilidades tecnológicas esenciales para una enseñanza dinámica y adaptada a las necesidades del alumnado.

La pregunta de investigación consiste en qué percepción tiene el futuro profesorado de Secundaria acerca de tres herramientas digitales, a saber, el Cuento de realidad aumentada, el Croma y CoSpaces, después de explorar con cada una de ellas.

2. Revisión de la literatura

El debate sobre la preparación en competencias digitales del profesorado futuro de Secundaria y Bachillerato es esencial para asegurar una educación de calidad en la era digital. En este sentido, la competencia digital no solo es crucial para el desarrollo personal de los estudiantes, sino también para promover una ciudadanía activa e inclusiva. Por lo tanto, resulta imprescindible que los docentes estén capacitados para orientar a los estudiantes en este ámbito, facilitando el uso adecuado de las herramientas digitales para su aprendizaje y crecimiento.

Respecto a las necesidades y retos en la formación de los futuros docentes, se destacan diversas carencias. En primer lugar, se observa que los docentes en formación presentan niveles bajos de competencia digital



(Artacho et al., 2020; Napal Fraile et al., 2018), especialmente en áreas clave como la creación de contenidos y la resolución de problemas, habilidades fundamentales para transformar los procesos educativos. La autoevaluación realizada por los futuros docentes en formación inicial también muestra una valoración negativa de sus competencias digitales, lo que subraya la necesidad urgente de mejorar en este aspecto. Además, se identifican diferencias demográficas en la formación digital (Napal Fraile et al., 2018), ya que factores como el género, la edad y la disciplina de conocimiento influyen significativamente en el nivel de competencia digital. Específicamente, las mujeres, las personas mayores y aquellos provenientes de áreas no tecnológicas requieren un apoyo adicional para lograr una formación equitativa en competencias digitales.

Para enfrentar estos retos, es esencial implementar varias estrategias de formación. En primer lugar, marcos de referencia como DigCompEdu, DigComp e INTEF son clave para el diseño de programas de formación tanto presenciales como virtuales (Banoy-Suarez y González-Reyes, 2024). Estos marcos favorecen no solo un desarrollo integral de las competencias digitales, sino que también trascienden un enfoque meramente instrumental (Banoy-Suarez y González-Reyes, 2024). Los cursos especializados ofrecidos por el Centro de Educación Permanente (CEP) contribuyen a esta formación. Además, la adopción de metodologías activas y participativas, respaldadas por herramientas tecnológicas, ha demostrado ser altamente efectiva para mejorar las competencias digitales de los futuros docentes (Romero-García et al., 2020). Estas metodologías proporcionan un enfoque más dinámico y participativo, lo cual facilita una mayor implicación de los estudiantes en su aprendizaje (Romero-García et al., 2020). Es relevante también destacar que las sesiones de formación tecnológica, que incluyen el uso de herramientas como Kahoot y Mentimeter, han probado ser eficaces para fortalecer las competencias digitales de los docentes (Hodovaniuk et al., 2024), ofreciéndoles recursos prácticos que pueden integrar en su enseñanza.

En relación con las propuestas de mejora, es fundamental incorporar un currículo de Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en los programas de formación docente (Artacho et al., 2020; Jiménez-Hernández et al., 2020). Esto permitiría subsanar las deficiencias observadas en áreas clave como la creación de contenido digital, optimizando la preparación de los futuros docentes para enseñar en entornos digitales (Jiménez-Hernández et al., 2020). Asimismo, sería beneficioso crear comunidades virtuales que favorezcan la comunicación continua entre docentes en formación (Banoy-Suarez y González-Reyes, 2024), permitiéndoles actualizar y perfeccionar sus competencias digitales de manera colaborativa. Estas comunidades proporcionarían un espacio para el intercambio de experiencias y la actualización constante de conocimientos. Finalmente, la creación de sistemas de certificación digital, como las microcredenciales, facilitaría el reconocimiento de los nuevos niveles de competencia digital alcanzados por los docentes (Banoy-Suarez y González-Reyes, 2024), incentivando el aprendizaje continuo y el perfeccionamiento de sus habilidades tecnológicas.

2.1. Los Cuentos de Realidad Aumentada

En cuanto a los cuentos de realidad aumentada se trata de cuentos impresos en papel con la diferencia que incorporan la tecnología de Realidad Aumentada (RA). La RA se ha consolidado como una herramienta de gran potencial en el ámbito educativo, especialmente en los niveles de secundaria y bachillerato. Varios estudios han evidenciado que la RA puede incrementar la motivación de los estudiantes, optimizar su rendimiento académico y transformar la experiencia educativa en algo más interactivo y estimulante (Amores-Valencia et al., 2022; Amores-Valencia et al., 2023), tal como ocurre con los juegos de RA (Pellas et al., 2019). Gracias a la RA, los estudiantes pueden interactuar con los contenidos de una forma más dinámica, lo que facilita la comprensión de conceptos complejos y promueve una actitud positiva hacia el aprendizaje (Amores-Valencia et al., 2022; Amores-Valencia et al., 2023). Según Marques et al. (2022) la realidad aumentada amplía las opciones narrativas en perspectiva, atención y orden, destacando en estrategias visuales donde la simulación puede ser contexto o el propio objeto de comunicación.

A pesar de sus ventajas, la incorporación de la Realidad Aumentada (RA) en el ámbito educativo presenta diversos desafíos. Uno de los mayores retos es la necesidad de capacitar a los docentes, ya que deben estar

preparados para integrar esta tecnología de manera efectiva en sus estrategias pedagógicas (Marín-Díez et al., 2022). Asimismo, su implementación exige una inversión en equipamiento tecnológico y una infraestructura adecuada que permita su correcto funcionamiento en los centros educativos (Marín-Díez et al., 2022; Vuksic et al., 2012). Las investigaciones han evidenciado que los estudiantes que emplean aplicaciones de Realidad Aumentada (RA) suelen obtener calificaciones más altas en comparación con aquellos que aprenden mediante métodos tradicionales (Amores-Valencia et al., 2023). Esto se debe a que la RA permite experiencias de aprendizaje más adaptativas y personalizadas, facilitando una mejor comprensión del contenido y una retención más eficaz de la información (Amores-Valencia et al., 2023; Moreno-Guerrero et al., 2020). De la Torre et al. (2013) en enfatiza que la RA facilita el conocimiento de lo tridimensional.

Las indagaciones sugieren que la realidad aumentada en historias mejora la habilidad narrativa, la creatividad, la motivación y el rendimiento académico de los estudiantes (Amores-Valencia et al., 2022; Yilmaz y Göktaş 2016), además de ofrecer experiencias más inmersivas y colaborativas (ChanLin, 2018).

2.2. El Croma (o Chroma key)

En relación a la técnica de Croma o Chroma key, también conocida como pantalla verde, ha ganado popularidad en el ámbito educativo, especialmente en la enseñanza secundaria y bachillerato. El Croma es una técnica audiovisual que permite reemplazar un fondo de color uniforme por imágenes o videos. En Secundaria, en Lengua y Literatura, puede utilizarse para dramatizar escenas literarias, crear noticieros sobre obras clásicas o realizar presentaciones creativas, fomentando la expresión oral y la comprensión textual.

Esta técnica permite la creación de entornos de aprendizaje interactivos y visualmente atractivos, lo que puede mejorar la participación y el interés de los estudiantes. El uso de Chroma Key, en concreto, en las aulas de lengua adicional ha demostrado ser efectivo para hacer las lecciones más interactivas y atractivas. En un estudio realizado en Malasia, se observó que esta técnica proporcionó un entorno cómodo que mejoró la participación verbal de los estudiantes de secundaria durante las lecciones de inglés (Hamzad, 2021).

La combinación de la RA con la técnica de Chroma Key ofrece una experiencia de aprendizaje más inmersiva. Los estudiantes pueden interactuar con modelos 3D y visualizar objetos en un entorno simulado, lo que enriquece el proceso de aprendizaje y mantiene su atención (Vignesh et al., 2021). Esta integración tecnológica presenta una oportunidad para clases en línea y entornos de aprendizaje interactivos dentro del aula.

2.3. CoSpaces

Respecto a CoSpaces, se trata de una herramienta educativa que facilita la creación de entornos virtuales interactivos en 3D para docentes y estudiantes, empleando programación visual por bloques o código en JavaScript. Su enfoque metodológico se fundamenta en el aprendizaje activo y el aprendizaje basado en proyectos (ABP), promoviendo el pensamiento computacional, la creatividad y la resolución de problemas. Para el futuro profesorado de Secundaria, CoSpaces resulta beneficioso porque les permite integrar la tecnología en sus clases de manera innovadora, diseñar experiencias inmersivas y gamificadas, y desarrollar competencias digitales esenciales. Además, favorece el trabajo colaborativo y el aprendizaje interdisciplinario, alineándose con enfoques pedagógicos modernos.

CoSpaces es una plataforma innovadora que posibilita la aplicación de la metodología STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas), ya que permite fusionar conocimientos de distintas áreas a través de la construcción de entornos virtuales interactivos. Su implementación impulsa el desarrollo de habilidades digitales, el pensamiento computacional y la capacidad de resolver problemas, aspectos fundamentales en el ámbito STEM. Asimismo, CoSpaces favorece la interdisciplinariedad al permitir la integración de diversas materias en un mismo proyecto.

Por ejemplo, en una actividad de historia, los alumnos pueden diseñar escenarios históricos en 3D, utilizar



conceptos matemáticos para generar estructuras proporcionadas y programar interacciones basadas en principios físicos, lo que facilita un aprendizaje más profundo y significativo. Además, en Lengua y Literatura, los estudiantes pueden recrear escenas de novelas o mitos clásicos en entornos virtuales, desarrollar narraciones interactivas donde los personajes respondan mediante programación y analizar elementos narrativos como el punto de vista o el desarrollo de la trama, enriqueciendo su comprensión lectora y su expresión escrita.

En cuanto a la transdisciplinariedad, esta se manifiesta en la capacidad de CoSpaces para conectar saberes sin límites estrictos entre disciplinas. Mediante proyectos inmersivos, los estudiantes pueden enfrentarse a problemas del mundo real combinando elementos de arte, literatura, programación y ciencias, promoviendo así una comprensión global y un aprendizaje contextualizado que va más allá de los marcos curriculares tradicionales.

La incorporación de CoSpaces en espacios de creación colaborativa en entornos virtuales ha evidenciado un impacto relevante en la implicación emocional de los estudiantes, gracias a su carácter innovador e inmersivo. Según Ng et al. (2024) CoSpaces permite la creatividad digital en la escritura de historias en realidad aumentada (AR) permitiendo al estudiantado usar tecnologías digitales para crear y diseñar contenido. Esto incluye el uso de diversos medios y la construcción de narrativas complejas. Además, desarrollan habilidades tecnológicas y de investigación, mejorando su capacidad para resolver problemas y comunicar ideas. Si bien en el estudio de Wang y Sung (2021) no se observaron efectos significativos en el compromiso cognitivo y conductual, se plantea que el desarrollo de proyectos prolongados podría potenciar estos aspectos, favoreciendo un análisis más detallado y la integración de ideas. A pesar de los beneficios potenciales, la implementación de estas tecnologías enfrenta desafíos, como la necesidad de proyectos a largo plazo para maximizar el compromiso cognitivo y conductual, y la superación de barreras de entrada para los educadores que no están familiarizados con estas herramientas (Wang y Sung, 2021).

3. Metodología

El procedimiento metodológico de investigación siguió el método de observación participante. Según López-Barajas (1999) la metodología de la observación participante “se orienta hacia los grupos, las comunidades y las organizaciones” (p. 15). El uso de una metodología de observación participante, de tipo cualitativa emergente (Albert, 2007, p. 176), desde una óptica etnografía realista siguiendo a Van Manen (1990), ha permitido un análisis profundo y detallado de la percepción del estudiantado sobre las herramientas tecnológicas, capturando matices que una metodología cuantitativa difícilmente reflejaría.

La riqueza de los discursos obtenidos se logró mediante la recogida de datos con tres herramientas: el diario de notas, entrevistas a cinco informantes clave y los grupos de discusión. El diario de notas se anotó dos veces a la semana durante toda la intervención. Las entrevistas a los cinco participantes clave (3 individuos femeninos y 2 masculinos) se realizaron al finalizar la exploración con cada una de las herramientas. Los grupos de discusión se realizaron en la fase al acabar la exploración de las tres herramientas digitales.

La combinación del diario de notas, los grupos de discusión y las entrevistas permite obtener resultados cualitativos más completos al ofrecer una comprensión profunda de las dinámicas sociales, las experiencias individuales y las interacciones grupales. La decisión de realizar seis grupos de discusión garantiza la diversidad de perspectivas y mejora la validez de los hallazgos, facilitando la identificación de emociones, actitudes y experiencias subjetivas. Esto enriquece el análisis a través de una triangulación de datos, revelando patrones y matices que aseguran una visión más representativa y fiable de la experiencia del alumnado en distintos contextos.

3.1. Participantes

La muestra estuvo compuesta por 27 alumnos del Máster de Profesorado, organizados en seis equipos. Participaron 21 miembros femeninos y 6 masculinos. La distribución de edades muestra que la mayoría del

grupo, con 22 de 27 estudiantes, se encuentra en la franja de 23 a 30 años, mientras que solo 4 pertenecen al rango de 31 a 40 años y uno de los 40 a los 50 años. El estudiantado provenía de dos provincias vecinas. Esto sugiere que la cohorte está compuesta principalmente por jóvenes adultos, lo que puede influir en sus hábitos de aprendizaje, familiaridad con la tecnología y perspectivas sobre la formación académica. La intervención se llevó a cabo en la asignatura Innovación Docente e Iniciación a la Investigación en Lengua y Literatura española, dentro del Máster de Profesorado de una universidad del sur de España. El desarrollo de la intervención tuvo lugar durante los meses de febrero y marzo de 2025.

La participación de veintisiete estudiantes asegura la fiabilidad del estudio al permitir la repetición de observaciones y la validez al capturar una variedad de experiencias. Esto garantiza que los datos obtenidos reflejen auténticamente la realidad en el contexto de un estudio cualitativo, alcanzando datos significativos.

3.2. Fases de la intervención docente

Las fases de la intervención docente se desarrollaron de la siguiente manera. En la primera semana (primera fase), el alumnado llevó a cabo la búsqueda de artículos científicos sobre nuevas tecnologías, trabajando en parejas para analizar y recopilar información relevante además de ejercer las habilidades críticas acerca de uso de la TIC en el aula de Secundaria y Bachillerato. Durante la segunda, tercera y cuarta semana (segunda fase), cada equipo elaboró una composición de un minuto utilizando un relato visual con Croma, con el objetivo de promover un valor positivo educativo para Secundaria teniendo en cuenta alguna problemática. Además, participaron en una sesión de debate fundamentado por equipos sobre el uso de las TIC en el nivel educativo de Secundaria. En la quinta semana, realizaron prácticas con la plataforma STEM, Cospaces, y un taller de exploración del cuento de realidad aumentada, en concreto, *Guardianes de Fantasmas de Japhet Asher*. Finalmente, llevaron a cabo grupos focales con puesta en común. La Figura 1 representa estas fases.

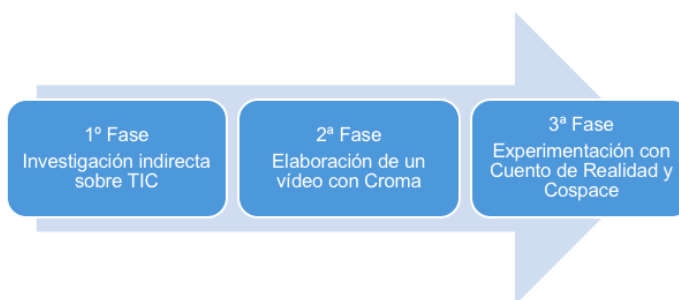


Figura 1. Fases de la intervención docente. Fuente: (Peña-Acuña, 2025).

4. Resultados

La Tabla 1, más abajo, recoge la evaluación crítica de las tres herramientas tecnológicas utilizadas por parte del alumnado del Máster de Profesorado en los grupos de discusión, analizando su impacto en diferentes dimensiones: cognitivas, afectivo-emocionales, actitudinales y otros aspectos relevantes.

El Cuento de Realidad Aumentada destaca por su capacidad para fomentar la comprensión lectora y la creatividad, al tiempo que implica la resolución de problemas y la cooperación entre estudiantes. No obstante, su uso podría incentivar un mayor consumo de dispositivos móviles, lo que puede derivar en riesgos asociados a la adicción tecnológica.

El uso del Croma se centra en el desarrollo de la creatividad y la interpretación de emociones, promoviendo la superación del pánico escénico y la comunicación lingüística de manera lúdica. Sin embargo, también puede generar frustración en el estudiantado, dado que requiere equilibrio en los roles y una mayor responsabilidad en el trabajo cooperativo.

Por su parte, Cospaces facilita el aprendizaje de un lenguaje de programación intuitivo y amplía la competencia digital del alumnado, aunque puede generar frustración y disfunciones tecnológicas si no se cuenta con una preparación previa adecuada.

Herramientas tecnológicas	Componentes cognitivos	Componentes afectivo-emocionales	Componentes actitudinales	Otros componentes
Cuento de realidad aumentada	Fomenta la comprensión lectora.	Procura la resolución de problemas.	Interés, atención, motivación y diversión.	El uso de app de RA puede incentivar un mayor consumo diario del estudiantado y contribuir a mayor adicción al móvil.
	Incentiva la creatividad.	Exige la cooperación del estudiantado.	Ruptura de estereotipos.	
Croma	Promueve la creatividad.	Fomenta la interpretación de emociones.	Ayuda a la superación del pánico escénico.	
	Favorece la memoria de trabajo porque memorizan el guión.	Puede dar lugar a frustración del estudiantado.	Se aprende comunicación lingüística de forma divertida.	
		Se trabaja la empatía al asumir otros papeles.	Requiere mayor responsabilidad y equilibrio entre roles asignados para completar el trabajo.	
		Se trabaja cooperativamente.		
CoSpaces	Comprensión de un lenguaje intuitivo (el de programación con piezas de puzle).	Se sale de la zona de confort.		Se puede producir disfunción tecnológica en cualquier momento.
		Puede dar lugar a frustración del estudiantado.		Exige preparación en sesión previa para el alumnado con aplicaciones nuevas.
				Supone una ampliación de la competencia digital.

Tabla 1. Evaluación crítica de herramientas tecnológicas por parte de alumnado. Fuente: Elaboración propia.

El diario de notas recoge que durante la experimentación con el cuento de realidad aumentada los alumnos mostraron interés y estuvieron escuchando a una alumna que conocía bien el libro que fue quien se lo mostraba, debatiendo sobre la gamificación con posterioridad entre ellos. También recoge que cuando se le dieron las instrucciones de la práctica del croma mostraron sorpresa y les pareció un reto esta práctica, saliendo de su zona de confort. Además, durante la elaboración del vídeo con el croma el alumnado mostraba interés en componer el guión, se divirtió mucho ensayando y grabando el relato. Luego, después de editarlo, mostraron el vídeo a la profesora con orgullo de haber conseguido el producto final. En cuanto a Cospaces, el alumnado mostró curiosidad por la herramienta cuando se presentó la práctica y puso mucha atención a la hora de realizar la práctica.

Los datos recogidos a partir de las entrevistas a informantes clave son igualmente positivos:

- ✓Es muy visual el cuento de realidad aumentada, muy estético
- ✓No conocía este tipo de cuentos, me recuerda al álbum ilustrado
- ✓La práctica más divertida ha sido la del croma
- ✓Voy a usar el croma en mis clases
- ✓No conocía Cospaces, me gustó la práctica y luego en mi casa, por mi cuenta, diseñé el mar y un delfín nadando

- Me ha parecido muy fácil e intuitivo el lenguaje de programación de Cospaces con piezas de puzle
- Cospaces permite muchas posibilidades de diseño al alumnado

5. Discusión

La aportación de este estudio radica en que las categorías encontradas mediante un método cualitativo coinciden con otros estudios, puesto que los resultados revelan niveles de percepción, en su mayoría, elevados y positivos. Este hecho reafirma la postura a favor de la necesidad de formación del futuro profesorado en competencia digital (García-Ruiz y Luque-Jiménez, 2024; Ortega-Sánchez et al., 2020) y la aplicación de estas herramientas digitales en el aula de Secundaria, lo que contribuye a la discusión académica desde esa perspectiva.

La idea de que el Cuento de Realidad Aumentada sobresale por su capacidad para promover la comprensión lectora está en sintonía con lo señalado por Esadi y Ebadi (2024), mientras que su relación con la creatividad coincide con los hallazgos de otros investigadores (Amores-Valencia et al., 2022; Hurtado-Mazeyra et al., 2023; Yilmaz y Göktas, 2016). En cuanto a la resolución de problemas se alinea con el enfoque de Nieves y Sarmiento (2015). En relación a destacar la colaboración entre estudiantes, es consonante con las conclusiones de ChanLin (2018). También coincide el interés que ha suscitado en el alumnado con el estudio de Tang et al. (2022) en niños. El ensalzamiento de la visualidad y la estética lograda en el cuento de realidad aumentada coincide con el estudio de Marqués et al. (2022). Sin embargo, la apreciación de que su uso podría fomentar un mayor consumo de dispositivos móviles, con los riesgos asociados a la adicción tecnológica, coincide también con Esadi y Ebadi (2024).

La visión de los estudiantes se enfoca en el uso del Croma, especialmente en lo relacionado con el fomento de la creatividad y la interpretación emocional, facilitando la superación del miedo escénico en el contexto educativo (Chenche y Chenche, 2024; Murillo, 2021; Pigavue-Ruiz, 2023). En términos generales, favorece la comunicación lingüística de manera lúdica y divertida, concuerda con lo señalado por Hamzad (2021) que manifiesta que es interactivo y agradable. Cuando el futuro profesorado experimenta el Croma en periodo formativo puede predisponer al uso profesional de este en el aula en consonancia con la predicción que descubren Vannatta y Nancy (2004). No obstante, también puede generar emociones negativas, como la frustración, debido a la necesidad de equilibrar los roles o asumir una mayor responsabilidad en el trabajo cooperativo, de acuerdo con Hamzad (2021).

Cospaces, por su parte, facilita el aprendizaje de un lenguaje de programación de forma intuitiva, tal como indican Woodard y Barany (2020). Además, el uso de esta herramienta digital mejora la competencia digital de los estudiantes, en línea con el estudio de Ng et al. (2024). En general, recibe una valoración positiva de los participantes coincidiendo con Fernández et al. (2022). Sin embargo, Cospaces, en algunos pocos casos debido al diferente nivel de competencia digital, puede causar frustración y problemas tecnológicos si no se realiza una sesión de preparación adecuada. Asimismo, Cospaces contribuye a que dispongan de preparación en diseño colaborativo (Wu et al., 2021). En este sentido, Patel et al. (2012) y Ng et al. (2024) coinciden en que esta herramienta fomenta el trabajo colaborativo. Por otro lado, Wang y Sun (2021) afirman que no mejora el compromiso conductual ni cognitivo del estudiantado.

6. Conclusiones

El análisis conjunto de estas tres herramientas tecnológicas revela que todas ellas poseen un gran potencial educativo, favoreciendo el aprendizaje desde distintas perspectivas. Los resultados han contestado a la pregunta de investigación previamente formulada. En el plano cognitivo, promueven la curiosidad, la comprensión, la creatividad, el debate y el desarrollo de nuevas competencias digitales por su asequibilidad.

En el ámbito afectivo-emocional, gustan, ayudan a la superación de miedos y la asunción de nuevos roles, aunque también pueden generar frustración si no se gestionan adecuadamente debido a los diferentes niveles de competencia digital.



Finalmente, en términos actitudinales, son herramientas atractivas y que promueven el interés, la atención, fomentan la cooperación y la ruptura de estereotipos, pero exigen una planificación didáctica que evite desajustes en la responsabilidad de los estudiantes.

En consecuencia, la implementación de estas herramientas en la educación debe realizarse con una estrategia equilibrada, teniendo en cuenta tanto sus beneficios como sus posibles limitaciones, garantizando así un aprendizaje significativo y sostenible.

Este estudio propone aplicaciones prácticas para la formación del profesorado de Secundaria recomendando la formación previa en estas herramientas. Se sugiere que el Cuento de Realidad Aumentada ayude a integrar tecnología creativamente, mejorando la comprensión lectora y la cooperación. El Croma puede fomentar la creatividad y la expresión emocional, mientras que CoSpaces capacitaría en programación y creación de entornos virtuales, ampliando competencias digitales y reduciendo frustraciones tecnológicas.

Una limitación de este estudio es que, al ser cualitativo, los resultados no son generalizables a toda la población estudiantil. Además, los grupos de discusión pueden estar sesgados por la interpretación subjetiva del investigador y la dinámica de los participantes, afectando la objetividad y replicabilidad de los hallazgos.

Futuros estudios podrían explorar cómo la integración de estas herramientas tecnológicas influye en el rendimiento académico a largo plazo, evaluando su efectividad en diversas disciplinas. Además, se podría investigar el impacto de la preparación previa en el uso de estas tecnologías, comparando distintos enfoques pedagógicos y el rol del docente en su implementación.

Financiación

Esta publicación es parte del micro proyecto titulado Transformando el clima de aula: bienestar emocional y motivacional en la universidad REF. 04-2025, financiado por el Centro de Investigación COIDESO, perteneciente a la Universidad de Huelva (España).

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Peña-Acuña, B. (2026). Percepción del futuro profesorado de Secundaria acerca del relato digital: Cuento de realidad aumentada, Croma y CoSpaces. *Campus Virtuales*, 15(2), 19-29. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1694>

Referencias

- Albert Gómez, M. J. (2007). *La investigación educativa*. Madrid: McGraw Hill.
- Amores-Valencia, A., Burgos, D. y Branch-Bedoya, J. (2022). Influence of motivation and academic performance in the use of Augmented Reality in education. A systematic review. *Frontiers in Psychology*, 13. <https://doi.org/10.3389/fpsyg.2022.1011409>.
- Artacho, E., Martínez, T., Martín, J., Marín, J. y García, G. (2020). Teacher Training in Lifelong Learning—The Importance of Digital Competence in the Encouragement of Teaching Innovation. *Sustainability*, 12(7), 2852. <https://doi.org/10.3390/su12072852>.
- Asadi, M. y Ebadi, S. (2024). Integrating augmented reality in EFL reading comprehension: a mixed-methods study. *Res. Pract. Technol. Enhanc. Learn.*, 20, 23. <https://doi.org/10.58459/rptel.2025.20023>.
- Banoy-Suarez, W. y González-Reyes, R. (2024). Analysis of Frameworks for Digital Skills Training for Secondary School Teachers: A Systematic Review. *TEM Journal*, 13 (2), 1038-1050. <https://doi.org/10.18421/tem132-18>.
- Barragán Sánchez, R. (2023). Aprender haciendo, desarrollo de la competencia digital con croma key en las aulas universitarias. En J. M. Romero Rodríguez, S. Alonso García, R. Lucena Martínez y J.J. Victoria Maldonado (Ed.). *Intervención socioeducativa con TIC en la sociedad del conocimiento* (pp. 25-30). Madrid: Dykinson.
- ChanLin, L. (2018). Bridging Children's Reading with an Augmented Reality Story Library. *Libri*, 68, 219 - 229. <https://doi.org/10.1515/libri-2018-0017>.
- Chenche, C., y Chenche, O., (2024) El pánico escénico en la práctica docente: Impacto psicológico, consecuencias pedagógicas y estrategias de afrontamiento. *Reincisol*, 3(6), 6169-6180. [https://doi.org/10.59282/reincisol.V3\(6\)6169-6180](https://doi.org/10.59282/reincisol.V3(6)6169-6180)

Peña-Acuña, B. (2026). Percepción del futuro profesorado de Secundaria acerca del relato digital: Cuento de realidad aumentada, Croma y CoSpaces. *Campus Virtuales*, 15(2), 19-29. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1694>



- De la Torre Cantero, J., Martín-Dorta, N., Pérez, J. L. S., Carrera, C. C. y González, M. C. (2013). Entorno de aprendizaje ubicuo con realidad aumentada y tabletas para estimular la comprensión del espacio tridimensional. *Revista de educación a Distancia (RED)*, (37). <https://revistas.um.es/red/article/view/234041>
- Fernández Ferrer, G., González García, F., Romero López, M.C., Jiménez Tejada, M.P., Silva-Díaz, F., Carrillo Rosúa, J., García-Yeguas, A., Vázquez-Vilchez y M., Guilarte Moreno, V. (2022). Valoración de experiencias de Realidad Virtual por el alumnado de Secundaria y Bachillerato. En A. Benarroch (Ed.), *30 Encuentros Internacionales de Didáctica de las Ciencias Experimentales. La enseñanza de las ciencias en un entorno intercultural*. (pp. 377-380). Editorial Universidad de Granada.
- Fraile, M., Peñalva-Vélez, A. y Lacambra, A. (2018). Development of Digital Competence in Secondary Education Teachers' Training. *Education Sciences*, 8(3), 104. <https://doi.org/10.3390/EDUCSCI8030104>.
- García-Ruiz, C. y Luque Jiménez, J. (2024). Competencia digital del profesorado de Educación Secundaria en formación inicial: niveles de percepción y transferencia a la práctica. *Bordón, Revista De Pedagogía*, 76(2), 63–86. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2024.99976>
- Hamzah, N.F. (2021) Chroma Key Enhances Students' Verbal Participation During Form One English Language Lesson, *Turkish Journal of Computer and Mathematics Education (TURCOMAT)* 12(3), 905–11.
- Hodovaniuk, T., Makhometa, T., Tiahai, I., Medvedieva, M. y Pryshchepa, S. (2024). Developing digital competence of secondary school teachers through training sessions. *CTE Workshop Proceedings*. <https://doi.org/10.55056/cte.690>.
- Jiménez-Hernández, D., González-Calatayud, V., Torres-Soto, A., Mayoral, A. y Morales, J. (2020). Digital Competence of Future Secondary School Teachers: Differences According to Gender, Age, and Branch of Knowledge. *Sustainability*, 12(22), 9473. <https://doi.org/10.3390/su12229473>.
- López-Barajas Zayas, E. (Coord.). (1999). *La observación participante*. Madrid: Universidad Nacional de Educación a distancia.
- Luque-Jiménez, J. y García-Ruiz, C. (2024). Competencia digital del profesorado de educación secundaria en formación inicial: Niveles de percepción y transferencia a la práctica. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 76(2), 63–86. <https://doi.org/10.13042/Bordon.2024.99976>
- Marín-Díaz, V., Sampedro, B. y Figueroa, J. (2022). Augmented Reality in the Secondary Education classroom: Teachers' Visions. *Contemporary Educational Technology Contemporary Educational Technology*, 14(1), ep331. <https://doi.org/10.30935/cedtech/11523>.
- Marques, A., Branco, V., y Costa, R. (2022). Narrative Visualization with Augmented Reality. *Multimodal Technol. Interact.*, 6, 105. <https://doi.org/10.3390/mti6120105>.
- Mas García, V., Gabarda Méndez, V. y Peirats Chacón, J. (2023). Formación y competencia digital del profesorado de Educación Secundaria en España. *Texto Livre*, 16, e44851. <https://doi.org/10.1590/1983-3652.2023.44851>
- Hurtado-Mazeyra, A., Alejandro-Oviedo, O. M., Núñez-Pacheco, R. y Almenara, J. C. (2023). El Digital Storytelling en la modalidad 2D y con realidad aumentada para el desarrollo de la creatividad en la educación infantil. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 23(73).
- Moreno-Guerrero, A., García, S., Navas-Parejo, M., Campos-Soto, M. y García, G. (2020). Augmented Reality as a Resource for Improving Learning in the Physical Education Classroom. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 17. <https://doi.org/10.3390/ijerph17103637>.
- Murillo Bustamante, F. I. (2021). Educación emocional frente al miedo escénico en universitarios. *Revista Atlante: Cuadernos de Educación y Desarrollo*, 13(4), 1-15. <https://www.eumed.net/es/revistas/atlante/2021-abril/educacion-emocional-universitarios>
- Ng, D. T. K., Lai, W. Y. W., Jong, M. S. Y. y Ng, C. W. (2024). Using Cospaces in augmented reality digital story creation: A thematic analysis. *Computers & Education: X Reality*, 5, 100090.
- Niebles Lezana, M y Sarmiento Arzuza, M. (2015). Recurso educativo digital abierto con realidad aumentada para favorecer la resolución de problemas aritméticos de enunciado verbal mediante la comprensión lectora en tercer grado. Trabajo fin de Grado. Universidad de la Costa, Barranquilla, Colombia. <https://hdl.handle.net/11323/852>
- Ortega-Sánchez, D., Gómez-Trigueros, I. M., Trestini, M. y Pérez-González, C. (2020). Self-Perception and Training Perceptions on Teacher Digital Competence (TDC) in Spanish and French University Students. *Multimodal Technologies and Interaction*, 4(4), 74. <https://doi.org/10.3390/mti4040074>
- Patel, H., Pettitt, M. y Wilson, J. (2012). Factors of collaborative working: a framework for a collaboration model. *Applied ergonomics*, 43 (1), 1-26. <https://doi.org/10.1016/j.apergo.2011.04.009>.
- Pellas, N., Fotaris, P., Kazanidis, I. y Wells, D. (2019). Augmenting the learning experience in primary and secondary school education: a systematic review of recent trends in augmented reality game-based learning. *Virtual Reality*, 1-18. <https://doi.org/10.1007/s10055-018-0347-2>.
- Piguave-Ruiz, V. A. (2023). Miedo escénico y habilidades socioemocionales lingüísticas. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria Koinonía*, 8(Supl. 2), 756-771. <https://doi.org/10.35381/r.k.v8i2.2968>
- Pozo Sánchez, S., López Belmonte, J., Fernández Cruz, M. y López Núñez, J. A. (2020). Análisis correlacional de los factores incidentes en el nivel de competencia digital del profesorado. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(1). <https://doi.org/10.6018/reifop.396741>
- Romero-García, C., Buzón-García, O. y De Paz-Lugo, P. (2020). Improving Future Teachers' Digital Competence Using Active Methodologies. *Sustainability*, 12(18), 7798. <https://doi.org/10.3390/SU12187798>.
- Tang, C., Neo, H. y Teo, C. (2022). Reading Augmented Reality Story Book in Enhancing Learning Perceptions. *Journal of Logistics, Informatics and Service Science*, 9(4), 105-118. <https://doi.org/10.33168/liss.2022.0408>.
- van Manen, M. (1990). *Researching lived experience: Human science for an action sensitive pedagogy*. Albany: State University of New York Press.
- Vannatta, R. y Nancy, F. (2004). Teacher Dispositions as Predictors of Classroom Technology Use. *Journal of Research on Technology in Education*, 36, 253 - 271. <https://doi.org/10.1080/15391523.2004.10782415>.
- Vignesh K., Jayasri R. y Mala T. (2021). Interactive AR Based Learning Using Chroma Key Technique. *International Journal of Creative*



- Research Thoughts, 8 (12), 1-8. <https://ijcrt.org/papers/IJCRT2012333.pdf>
- Vuksic, B., Krajačić, N. y Tomas, B. (2012). Augmented reality in high school education. Central European Conference on Information and Intelligent systems. [Paper]. (pp.131-135).
- Wang, H. y Sun, J. (2021). Real-time virtual reality co-creation: collective intelligence and consciousness for student engagement and focused attention within online communities. *Interactive Learning Environments*, 31, 3422 - 3435. <https://doi.org/10.1080/10494820.2021.1928711>.
- Woodard, M. y Barany, A. (2020, October). Facilitating Creative Processes through a Culturally Responsive Computing Summer Camp. In SITE Interactive Conference (pp. 385-387). Association for the Advancement of Computing in Education (AACE).
- Wu, J., Atit, K., Ramey, K., Flanagan-Hall, G., Vondracek, M., Jona, K. y Uttal, D. (2021). Investigating Students' Learning Through Co-designing with Technology. *Journal of Science Education and Technology*, 30, 529 - 538. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09897-7>.
- Yılmaz, R. y Gökteş, Y. (2016). Using augmented reality technology in storytelling activities: examining elementary students' narrative skill and creativity. *Virtual Reality*, 21, 75 - 89. <https://doi.org/10.1007/s10055-016-0300-1>.

Inteligencia artificial en la enseñanza de las ciencias experimentales: herramientas, impactos y tendencias globales

Artificial intelligence in the teaching of experimental sciences: tools, impacts, and global trends

Santiago Torres Barahona¹, Gabriela Campos Mera²

¹ Escuela Superior Politécnica de Chimborazo, Ecuador

² Universidad de Granada, España

santiago.torres@espoch.edu.ec , gabcampos@correo.ugr.es

RESUMEN. La inteligencia artificial (IA) transforma la enseñanza de ciencias experimentales en educación secundaria mediante la optimización de recursos, personalización del aprendizaje, evaluación estudiantil e integración de tecnologías como realidad virtual/aumentada. Este estudio realizó una revisión sistemática bajo el modelo de Newman y Gough y las directrices PRISMA, analizando la producción científica sobre IA en esta área. Se exploraron cinco preguntas: herramientas IA más usadas, objetivos, asignaturas, países con mayor investigación y resultados obtenidos. La búsqueda en Scopus, ERIC y WoS identificó 174 artículos, seleccionando 28 que cumplían criterios de inclusión. Los hallazgos destacan a ChatGPT como la herramienta más empleada, la Física como asignatura predominante y Estados Unidos como líder en investigaciones. Las herramientas IA se aplicaron con diversos fines pedagógicos, logrando resultados positivos en la mayoría de los casos, lo que evidencia su potencial para enriquecer y modernizar la enseñanza de las ciencias experimentales.

ABSTRACT. Artificial intelligence (AI) is transforming the teaching of experimental sciences in secondary education by optimizing educational resources, personalizing learning, assessing student progress, and integrating technologies such as virtual/augmented reality. This study conducted a systematic review following the Newman and Gough model and PRISMA guidelines to analyze scientific literature on AI in this field. Five research questions were explored: the most used AI tools, their objectives, relevant subjects, leading countries in research, and outcomes. A search across Scopus, ERIC, and WoS identified 174 articles, with 28 meeting inclusion criteria. Findings highlight ChatGPT as the most utilized tool, Physics as the predominant subject, and the United States as the leading country in research. AI tools were applied for diverse pedagogical purposes, yielding positive outcomes in most cases, demonstrating their potential to enrich and modernize experimental science education.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia artificial, Ciencias experimentales, Educación secundaria, ChatGPT, Revisión sistemática.

KEYWORDS: Artificial intelligence, Experimental science, Secondary education, ChatGPT, Systematic review.

1. Introducción

La adopción de la Inteligencia Artificial (IA), definida por Kaplan y Haenlein (2019) como "la capacidad de un sistema para interpretar datos externos correctamente, aprender de dichos datos y usar esos aprendizajes para lograr objetivos y tareas específicas a través de la adaptación flexible" (p.17), está experimentando un crecimiento a nivel global.

Los recientes progresos en este campo han generado un impacto considerable tanto en los individuos como en sus actividades diarias. A medida que la IA y el aprendizaje automático continúan ganando aceptación entre el público general, su integración en diversos dispositivos, aplicaciones y servicios se torna cada vez más común (Quintero y Selwyn, 2018; Schindler et al., 2017). Es así que la IA está teniendo un impacto significativo en casi todos los aspectos de la vida humana, incluyendo la educación.

2. Revisión de la literatura

Los informes publicados por la UNESCO (Miao et al., 2021) y la OECD (2021) presentan evidencia del potencial que posee la IA para optimizar la educación mediante la automatización de diversas facetas del proceso de enseñanza, como tareas administrativas y evaluación; la personalización del aprendizaje y el acceso a nuevas herramientas tecnológicas tales como realidad virtual y realidad aumentada.

Así, Xu y Ouyang (2022) llevaron a cabo una revisión sistemática con el propósito de comprender a fondo las aplicaciones de la IA en la educación STEM. Su enfoque se centró en los elementos clave del sistema AI-STEM, la distribución de categorías de IA en relación con otros componentes, y los impactos de la IA en la educación STEM.

Por otro lado, Martínez-Comesaña et al. (2023) realizaron una revisión sistemática sobre el uso de la IA en la evaluación de estudiantes de educación primaria y secundaria. Su estudio analizó las utilidades principales de la IA en la evaluación educativa, resaltando las contribuciones y mejoras derivadas de su aplicación en este contexto.

Por su parte, Heeg y Avramidou (2023) realizaron una revisión sistemática sobre el uso de la IA en la enseñanza de las ciencias, examinando las aplicaciones de IA, los contenidos abordados y el impacto en la enseñanza y el aprendizaje de la ciencia escolar.

Más allá de los estudios descriptivos, resulta esencial considerar los enfoques pedagógicos que sustentan la integración de la IA en la enseñanza de las ciencias. Entre los más relevantes se encuentran el aprendizaje adaptativo, el aprendizaje basado en datos y el constructivismo digital. El aprendizaje adaptativo se apoya en sistemas que ajustan el ritmo, la secuencia y la dificultad de las actividades según las necesidades del estudiante, ofreciendo itinerarios personalizados que favorecen la autorregulación del aprendizaje. Investigaciones como las de Luckin et al. (2016) y Holmes et al. (2019) señalan que estos sistemas incrementan el compromiso y la motivación de los estudiantes, aunque advierten que la evidencia sobre mejoras sostenidas en comprensión conceptual aún es limitada. Por su parte, el aprendizaje basado en datos (data-driven learning) se sustenta en el uso de analíticas de aprendizaje que permiten identificar patrones de comportamiento, predecir desempeños y diseñar intervenciones pedagógicas más precisas. Según Baker e Inventado (2014), estas herramientas pueden mejorar la toma de decisiones docentes, aunque requieren una formación sólida para interpretar correctamente los resultados y evitar sesgos algorítmicos. Finalmente, el constructivismo digital propone utilizar la IA como medio para promover experiencias de aprendizaje activas, creativas y basadas en la indagación. En el ámbito de las ciencias, los entornos que combinan simuladores, laboratorios virtuales y agentes inteligentes han demostrado ser valiosos para fortalecer la comprensión de conceptos complejos y fomentar el pensamiento científico (Heeg y Avraamidou, 2023; Holmes et al., 2019).

La literatura reciente también evidencia un interés creciente en analizar el papel de la IA en contextos iberoamericanos y latinoamericanos, donde los desafíos estructurales y socioculturales aportan perspectivas



complementarias. Investigaciones como las de Salas-Pilco y Yang (2022) muestran que en América Latina la aplicación de la IA en educación superior y media se concentra principalmente en sistemas de predicción académica, chatbots y analíticas institucionales, pero aún existe una adopción desigual entre países. De igual forma, Fernández-Miranda (2024) y García-Peñalvo (2024) subrayan que la región enfrenta obstáculos vinculados con la brecha digital, la disponibilidad de datos y la necesidad de incorporar enfoques pedagógicos propios, más críticos y contextualizados. Estas investigaciones sostienen que la IA en América Latina debe entenderse como un fenómeno social y educativo, y no solo como una tendencia tecnológica, reconociendo la diversidad cultural y la inequidad educativa que caracterizan al continente. Por tanto, incorporar estudios iberoamericanos en el análisis de la literatura permite ampliar la comprensión sobre la apropiación de la IA y sus implicaciones en entornos educativos con recursos limitados, alta heterogeneidad y desigual acceso a la innovación.

Finalmente, el debate actual sobre la IA en la educación científica no puede desligarse de una reflexión sobre los desafíos éticos, epistemológicos y formativos que plantea su implementación. En el plano ético, se discuten los riesgos asociados al uso indebido de datos personales, la reproducción de sesgos algorítmicos y la transparencia de los sistemas inteligentes (Miao et al., 2021). Desde el punto de vista epistemológico, la IA introduce nuevas formas de producir y validar conocimiento, lo que puede transformar las prácticas tradicionales de la enseñanza científica, especialmente cuando las decisiones pedagógicas dependen de algoritmos que priorizan respuestas correctas sobre procesos de razonamiento (Heeg y Avraamidou, 2023). En el ámbito formativo, diversos autores insisten en la necesidad de preparar a los docentes para interpretar los resultados generados por sistemas inteligentes y mantener el sentido humano de la enseñanza (Holmes et al., 2019). Si los profesores no cuentan con las competencias necesarias para mediar entre los datos y el aprendizaje, la IA corre el riesgo de ser un recurso instrumental más, sin impacto real en la comprensión científica de los estudiantes.

En síntesis, la literatura revisada ofrece una valiosa visión sobre el panorama actual de la investigación y las oportunidades de aplicación de la IA en la educación. No obstante, es crucial analizar detenidamente la investigación actual sobre el uso de la IA en la enseñanza de las ciencias experimentales, especialmente en la educación secundaria, siendo este el enfoque de la presente revisión, misma que será de gran relevancia al incluir las investigaciones realizadas en los años 2023 y 2024 dónde la utilización de la inteligencia artificial generativa en la educación ha aumentado considerablemente debido a la popularización de los chatbots.

Por consiguiente, el propósito de este artículo de revisión sistemática es caracterizar la producción científica en torno al uso de la IA en la enseñanza de las ciencias experimentales en educación secundaria. Con el fin de abordar este objetivo general, se han planteado las siguientes interrogantes de investigación:

- PI-1.- ¿Cuáles son las aplicaciones de inteligencia artificial más utilizadas en las enseñanzas STEM?
- PI-2.- ¿Cuáles son los contenidos STEM más abordados con la inteligencia artificial?
- PI-3. ¿Con qué objetivos se afronta la enseñanza STEM desde la inteligencia artificial?
- PI-4. ¿En qué países se utiliza la inteligencia artificial para las enseñanzas STEM?
- PI-5. ¿Qué resultados se obtienen en las investigaciones que usan la Inteligencia artificial para las enseñanzas STEM?
- PI-5.1 ¿Qué efectividad demuestran tener los chatbots como tutores virtuales?
- PI-5.2. ¿Qué impacto tienen las aplicaciones de IA en la motivación, el rendimiento académico y en la participación de los estudiantes en las enseñanzas STEM?
- PI-5.3 ¿Qué desafíos destacan de las investigaciones que utilizan aplicaciones de IA en las enseñanzas STEM?
- PI-5.4 ¿Qué limitaciones destacan de las investigaciones que utilizan aplicaciones de IA en las enseñanzas STEM?
- PI-5.5 Otros resultados o hallazgos importantes.

3. Metodología

Se ha realizado una revisión sistemática con el propósito de recopilar y sintetizar los hallazgos de artículos que responden a las preguntas de investigación planteadas. Para lograr este objetivo, se ha seguido el modelo propuesto por Newman y Gough (2020), el cual comprende diversas etapas: formulación de la investigación, definición de criterios de inclusión, desarrollo de estrategias de búsqueda, selección de artículos conforme a los criterios establecidos, codificación, evaluación de las investigaciones, consolidación de los resultados para abordar la investigación e informe de los hallazgos. Asimismo, se ha empleado la guía PRISMA 2020, desarrollada por Page et al. (2021), para respaldar el proceso de revisión sistemática. La revisión de la literatura se llevó a cabo en Noviembre de 2024. Las bases de datos consultadas en esta investigación, que abarcan el campo de la investigación educativa, corresponden a las bases de datos de producción científica más reconocidas a nivel internacional.

- Scopus de Elsevier.
- Educational Resource Information Center (ERIC), del Departamento de Educación de Estados Unidos de América.
- Web of Science (WoS) de Clarivate Analytics.

Las cadenas o ecuaciones de búsqueda utilizadas se detallan en la tabla 1. Inicialmente, se identificaron 174 documentos. Tras eliminar citas duplicadas (15) en la primera etapa, se redujo la cifra a 159 documentos. Posteriormente, de acuerdo con los criterios de inclusión, se filtró por año de publicación (59) y se cribó registros tras leer el título y resumen (26), arrojando 74 artículos. Más adelante se analizaron los 74 documentos a texto completo utilizando los siguientes criterios de inclusión:

1. Artículos publicados entre los años 2016 y 2024 (ambos años inclusive).
2. Artículos escritos en inglés (ámbito internacional) o español (ámbito iberoamericano).
3. Artículos en las bases de datos establecidas, excluyéndose los proceeding papers o documentos de conferencias, ya que se entiende que estos últimos son documentos que no siempre recogen investigaciones finalizadas, además se excluyen libros, capítulos de libros y revisiones sistemáticas y de la literatura.
4. Artículos que incluyan estudios empíricos y/o programas de intervención, propuestas didácticas o innovaciones que utilicen IA.
5. Artículos que impliquen el trabajo con IA en las áreas de Física, Química, Biología y Geología (se excluyen las restantes áreas)
6. Artículos dirigidos a estudiantes de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

En base a estos criterios se descartaron 33 documentos de conferencias, tres libros, cinco revisiones de la literatura, tres artículos dirigidos a estudiantes universitarios, dos artículos escritos en chino dando como resultado 28 artículos que se incluyen dentro de la revisión sistemática (ver figura 1)

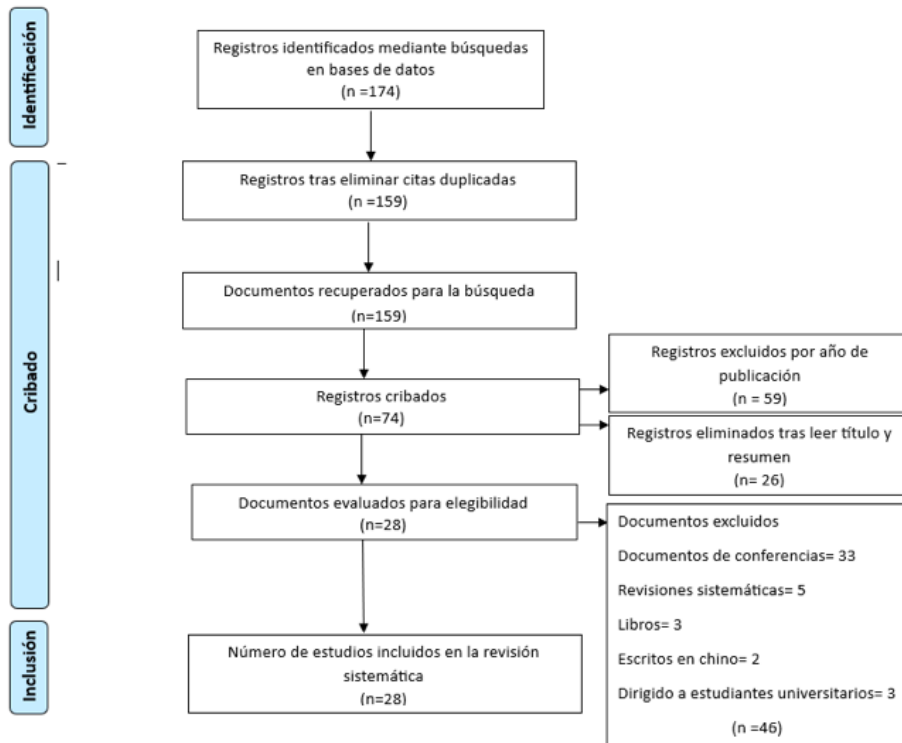


Figura 1. Diagrama de flujo, según Declaración PRISMA. Fuente: Elaboración propia.

Base de datos	Ecuación	Resultados
Scopus	TITLE-ABS-KEY ("artificial intelligence") AND TITLE-ABS-KEY ("STEM education" OR "science education" OR "physic" education" OR "chemi" education" OR "bio" education" OR "geo" education" OR "mathematic" education" OR "engineering education" OR "technology" education" OR "STEM learning" OR "science learning" OR "physic" learning" OR "chemi" learning" OR "bio" learning" OR "geo" learning" OR "mathematic" learning" OR "engineering learning" OR "STEM teaching" OR "science teaching" OR "physic" teaching" OR "chemi" teaching" OR "bio" teaching" OR "geo" teaching") AND TITLE-ABS-KEY ("secondary school" OR "secondary education" OR "high school" OR "middle school" OR "upper school")	264
WoS	((TS=("artificial intelligence")) AND TS=("STEM education" OR "science education" OR "physic" education" OR "chemi" education" OR "bio" education" OR "geo" education" OR "mathematic" education" OR "engineering education" OR "technology" education" OR "STEM learning" OR "science learning" OR "physic" learning" OR "chemi" learning" OR "bio" learning" OR "geo" learning" OR "mathematic" learning" OR "engineering learning" OR "STEM teaching" OR "science teaching" OR "physic" teaching" OR "chemi" teaching" OR "bio" teaching" OR "geo" teaching")) AND TS=("secondary school" OR "secondary education" OR "high school" OR "middle school" OR "upper school")	61
ERIC	("artificial intelligence") AND ("STEM education" OR "science education" OR "physic" education" OR "chemi" education" OR "bio" education" OR "geo" education" OR "mathematic" education" OR "engineering education" OR "technology" education" OR "STEM learning" OR "science learning" OR "physic" learning" OR "chemi" learning" OR "bio" learning" OR "geo" learning" OR "mathematic" learning" OR "engineering learning" OR "STEM teaching" OR "science teaching" OR "physic" teaching" OR "chemi" teaching" OR "bio" teaching" OR "geo" teaching") AND ("secondary school" OR "secondary education" OR "high school" OR "middle school" OR "upper school")	

Tabla 1. Protocolo de búsqueda. Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

Se presentarán los resultados por cada pregunta de investigación.

PI-1.- ¿Cuáles son las herramientas con IA más utilizadas en la investigación relacionada con la enseñanza de las Ciencias Experimentales?

La herramienta más utilizada en las investigaciones correspondientes a esta revisión sistemática son los chatbots: Chat GPT y Bing AI, examinado por siete referencias. Otra de las herramientas más utilizadas son los Modelos de aprendizaje automático (ML) utilizados por cuatro autores. Asimismo, cuatro autores exploraron diversas aplicaciones de realidad aumentada (RA).

Además, se emplearon herramientas como sistemas de aprendizaje en línea autorregulado, sistemas de diálogo tutorial (TDS) como Rimac, software de comprensión de bocetos como CogSketch, modelos de aprendizaje automático, bibliotecas de código abierto para aprendizaje automático como Google TensorFlow, algoritmos genéticos, asistentes virtuales inteligentes como Siri de Apple, agentes conversacionales basados en texto, entornos de desarrollo integrado como PyCharm, herramientas para desarrollo de aplicaciones de IA y análisis de datos como Google Colab, generadores de videos con IA como Synthesia, mapas de expresiones matemáticas dinámicas e interactivas, redes neuronales artificiales, y modelos de red neuronal híbrida como CNN-BiLSTM.

En la tabla 2 se muestran a detalle las referencias correspondientes a cada una de las herramientas con IA.

Nombre de la herramienta de IA	Referencias	Número
Chatbot: ChatGPT	Bitzenbauer (2023); Küchemann et al. (2023); Talanquer (2023); Araújo y Saúde (2024); Polverini y Gregoric (2024); Yeadon y Hardy (2024)	6
Modelos de aprendizaje automático (ML)	Jiang et al. (2023); Lee et al. (2023); Burke et al. (2024); Kim et al. (2024)	4
Chatbot: Bing AI	De Souza et al. (2024)	1
App de RA de circuito eléctrico unidireccional	Derlina et al. (2020)	1
App de RA: Mirage AR9	Gregorić y Torkar (2022)	1
Sistema de aprendizaje en línea autorregulado	Ingkavara et al. (2022)	1
TDS (sistemas de diálogo tutorial): Rimac	Katz et al. (2021)	1
Software de comprensión de bocetos: CogSketch	Forbus et al. (2017)	1
Biblioteca de código abierto para aprendizaje automático: Google TensorFlow	Manikandan y Chinnadurai (2020)	1
Algoritmos genéticos (evolutivos)	Mokshin et al. (2020)	1
Asistente virtual inteligente: Siri de Apple	Nasri et al. (2021)	1
Agentes conversacionales eficaces basados en texto (CAs): Kibot menos-conocido-par y Kibot experto	Nguyen (2022)	1
App de RA	Nurhasanah et al. (2019)	1
Entorno de desarrollo integrado (IDE) utilizado para programar en Python: PyCharm	Oh y Seongjoo (2021)	1
Herramienta para el desarrollo de aplicaciones de IA y Análisis de datos: Google Colab	Oskotsky et al.	1
Generador de videos con IA: Synthesia	Hernández-Ramos et al. (2023)	1
App de RA "PUMA: Spannungslabor"	Stolzenberger et al. (2022)	1
Mapas de Expresiones Matemáticas Dinámicas e Interactivas (DIME)	Rugh et al. (2023)	1
Redes artificiales neuronales	Yağcı y Çevik (2019)	1
Modelo de red neuronal híbrida llamado CNN-BiLSTM	Song et al. (2023)	1
	TOTAL	28

Tabla 2. Herramientas con IA más utilizados en las investigaciones. Fuente: Elaboración propia.



PI-2.- ¿Cuáles son las asignaturas más abordadas mediante IA en la investigación relacionada con la enseñanza de las ciencias experimentales?

En el análisis de las investigaciones recopiladas, la Física destaca como la disciplina más abordada, con 15 artículos representando el 45,45% del total revisado. Le sigue la asignatura de Química con 10 artículos que representan el 30,30% de las investigaciones consideradas en esta revisión sistemática. Luego tenemos a la asignatura de Biología, abordada en 7 artículos, que representan el 21,21%. La Geociencia ocupa el último puesto con un único artículo investigado, representando un 3,03%. Es importante mencionar que en los estudios de Yağci y Çevik (2019) y de Manikandan y Chinnadurai (2020), se abordaron conjuntamente las disciplinas de Física, Química y Biología. Asimismo, en la investigación de Forbus et al. (2017), se analizaron de manera conjunta Biología y Geociencia.

La tabla 3 muestra los trabajos que investigaron las herramientas con IA en cada una de las asignaturas mencionadas. Se abreviaron las abreviaturas y acrónimos la primera vez que se usan en el texto, incluso después de que se hayan definido en el resumen. No use abreviaturas en el título o encabezados a menos que sean inevitables.

Asignatura	Autores	Número	Porcentaje
Física	Yağci y Çevik (2019); Derlina et al. (2020); Manikandan y Chinnadurai (2020); Mokshin et al. (2020); Katz et al. (2021); Nasri et al. (2021); Ingkavara et al. (2022); Stolzenberger et al. (2022); Bitzenbauer (2023); Küchemann et al. (2023); Rugh et al. (2023); Song et al. (2023); De Souza et al. (2024); Polverini y Gregorcic (2024); Yeadon y Hardy (2024).	15	45,45%
Química	Yağci y Çevik (2019); Manikandan y Chinnadurai (2020); Oh y Seongjoo (2021); Jiang et al. (2023); Lee et al. (2023); Hernández-Ramos et al. (2023); Talanquer (2023); Araújo y Saúde (2024); Burke et al. (2024); Kim et al. (2024).	10	30,30%
Biología	Forbus et al. (2017); Nurhasanah et al. (2019); Yağci y Çevik (2019); Manikandan y Chinnadurai (2020); Gregorčič y Torkar (2022); Nguyen (2022); Oskotsky et al. (2022)	7	21,21%
Geociencia	Forbus et al. (2017)	1	3,03%

Tabla 3. Asignaturas abordadas en las investigaciones sobre uso de IA para la enseñanza de las ciencias. Fuente: Elaboración propia.

PI-3.- ¿Con qué objetivos se usan las herramientas de IA en la investigación relacionada con la enseñanza de las ciencias experimentales?

Con base en los artículos revisados, se ha investigado el uso de herramientas con IA para alcanzar diversos objetivos que contribuyen a enriquecer y transformar la enseñanza de las ciencias experimentales en el contexto educativo actual. A continuación, se detallan estos objetivos clasificados por categorías:

- Mejorar los resultados y experiencias de aprendizaje de los estudiantes en ciencias, IA y sus interacciones (Forbus et al., 2017; Nurhasanah et al., 2019; Derlina et al., 2020; Katz et al., 2021; Nasri et al., 2021; Oh y Seongjoo, 2021; Gregorčič y Torkar, 2022; Nguyen, 2022; Stolzenberger et al., 2022; Rugh et al., 2023; Jiang et al., 2023; Hernández-Ramos et al., 2023).
- Analizar, clasificar, evaluar y predecir datos (Yağci y Çevik, 2019; Manikandan y Chinnadurai, 2020; Mokshin et al., 2020; Ingkavara et al., 2022; Lee et al., 2023; Song et al., 2023; Burke et al., 2024; Kim et al., 2024).
- Mejorar la opinión de los estudiantes sobre la IA y el aprendizaje en línea autorregulado con el enfoque de aprendizaje personalizado (Bitzenbauer, 2023; Ingkavara et al., 2022; Oskotsky et al., 2022).
- Obtener información sobre el alcance y limitaciones de los chatbots (Küchemann et al., 2023; Talanquer, 2023; Araújo y Saúde, 2024; Polverini y Gregorcic, 2024; Yeadon y Hardy, 2024).

- Ilustrar la conceptualización y las habilidades de interacción de los estudiantes con la IA en el contexto de conceptos complejos (De Souza et al., 2024)

PI-4.- ¿En qué países es más frecuente el uso de la IA en la investigación relacionada con la enseñanza de las ciencias experimentales?

Según las investigaciones revisadas, se ha determinado que Estados Unidos es el país donde se llevan a cabo la mayoría de las investigaciones sobre la aplicación de la IA para mejorar la enseñanza de las ciencias, con un total de 8 estudios realizados, lo que representa un 27,59% de todos los artículos analizados en esta revisión sistemática. En segundo lugar, se encuentra Alemania, con tres estudios representando el 10,34%. En tercer lugar, se encuentran en empate Indonesia, Malasia y la República de Corea con dos investigaciones cada una, representando el 6,90% de los artículos revisados en cada caso.

Además de los países mencionados, se están llevando a cabo investigaciones sobre las aplicaciones de la IA en la enseñanza de las ciencias en países asiáticos como Turquía, India, Tailandia, Corea del Sur y China, así como en países europeos como Rusia y Eslovenia. También se incluye en las investigaciones a dos países sudamericanos, Chile y Brasil. Es relevante destacar que el estudio realizado por Yağcı y Çevik (2019) se llevó a cabo en dos países, Turquía y Malasia.

En la tabla 4 se detallan los países donde se han realizado las investigaciones, junto con sus respectivos autores.

Asignatura	Autores	Número	Porcentaje
Estados Unidos	Forbus et al. (2017); Katz et al. (2021); Nguyen (2022); Oskotsky et al. (2022); Jiang et al. (2023); Rugh et al. (2023); Talanquer (2023), Burke et al. (2024)	8	27,59%
Alemania	Stolzenberger et al. (2022); Bitzenbauer (2023); Küchemann et al. (2023)	3	10,34%
Indonesia	Nurhasanah et al. (2019); Derlina et al. (2020).	2	6,90%
Malasia	Yağcı y Çevik (2019); Nasri et al. (2021).	2	6,90%
República de Corea	Oh y Seongjoo (2021), Kim et al. (2024)	2	6,90%
Turquía	Yağcı y Çevik (2019)	1	3,45%
India	Manikandan y Chinnadurai (2020)	1	3,45%
Rusia	Mokshin et al. (2020)	1	3,45%
Eslovenia	Gregorčič y Torkar (2022)	1	3,45%
Tailandia	Ingvavara et al. (2022)	1	3,45%
Corea del Sur	Lee et al. (2023)	1	3,45%
Chile	Hernández-Ramos et al. (2023)	1	3,45%
China	Song et al. (2023)	1	3,45%
Portugal	Araújo y Saúde (2024)	1	3,45%
Brasil	De Souza et al. (2024)	1	3,45%
Suecia	Polverini y Gregorcic (2024)	1	3,45%
Reino Unido	Yeadon y Hardy (2024)	1	3,45%

Tabla 4. Países en los que se han realizado las investigaciones sobre IA para la enseñanza de las ciencias. Fuente: Elaboración propia.

PI-5.- ¿Qué resultados se han obtenido en las investigaciones que utilizan la IA para la enseñanza de las ciencias experimentales?

Tras analizar todos los artículos, se constató el impacto positivo en el uso de la IA en la enseñanza de las ciencias. Las herramientas empleadas lograron cumplir satisfactoriamente sus propósitos. A continuación, se detallan los resultados obtenidos en cada artículo revisado, clasificados según sus respectivos objetivos:

Torres Barahona, S., & Campos Mera, G. (2026). Inteligencia artificial en la enseñanza de las ciencias experimentales: herramientas, impactos y tendencias globales. *Campus Virtuales*, 15(2), 31-45. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1698>

Mejora de los resultados y experiencias de aprendizaje de los estudiantes en ciencias, IA y sus interacciones

Los resultados en esta categoría han sido positivos.

1. Nurhasanah et al. (2019) concluyeron que la aplicación de RA tiene un impacto positivo en la comprensión de los conceptos del sistema nervioso por parte de los alumnos.
2. Derlina et al. (2020) también destacaron que el modelo de aprendizaje combinado con RA mejora significativamente los resultados de aprendizaje y fomenta la participación activa de los estudiantes.
3. En el estudio de Gregorčič y Torkar (2022), se evidenció que el uso de RA puede ayudar a los estudiantes de primer ciclo de secundaria a comprender la complejidad del sistema circulatorio, ya que esta tecnología brinda un soporte eficaz para el aprendizaje tridimensional de sistemas complejos.
4. Asimismo, Stolzenberger et al. (2022) concluyeron que la aplicación de la RA permite a los estudiantes realizar observaciones experimentales y explicarlas con analogías teóricas superpuestas sobre la configuración experimental, lo que facilita una comprensión más profunda e interrelacionada de los temas tratados en las clases de Física.
5. Por otro lado, Rugh et al. (2023) destacaron los efectos positivos de los mapas Mapas de Expresiones Matemáticas Dinámicas e Interactivas DIME en los resultados cognitivos y afectivos del aprendizaje de los estudiantes, promoviendo el crecimiento de la autoeficacia y las conexiones en el conocimiento al aliviar la carga cognitiva y permitir una comprensión más sólida de la semántica y la sintaxis de los términos matemáticos en Física.
6. En un estudio distinto, Oh y Seongjoo (2021) determinaron que la utilización de reconocimiento de voz por IA facilita una comprensión más profunda de los conceptos científicos, al brindar mayor flexibilidad en el ajuste del dispositivo experimental.
7. De igual forma, Jiang et al. (2023) concluyeron que el plan de estudios integrado con IA aumentó el interés de los estudiantes en la Química y el aprendizaje automático, demostrando la relevancia de la ciencia en la vida cotidiana y en la comprensión de problemas globales.
8. Finalmente, Hernández-Ramos et al. (2023) reportó que el uso de la IA en la generación de videos apoyó de forma positiva la creación de un curso e-learning de Química Computacional Educativa en el que se evidenciaron resultados positivos de los docentes que participaron del curso quienes proyectaron los conocimientos, habilidades informáticas y aprendizajes adquiridos en su labor profesional como docentes de Química, demostrando así la practicidad en el uso de la IA para la generación de recursos visuales educativos para las clases de ciencias.

Asimismo, las investigaciones donde existió interacción entre estudiantes y los agentes inteligentes generaron resultados positivos, como evidencian investigaciones analizadas en esta revisión sistemática. Es así que, Forbus et al. (2017) destacan que las representaciones visuales específicas de CogSketch resultan beneficiosas para la comprensión y creación de bocetos en diversos campos de la educación STEM. Katz et al. (2021) concluyen que tanto estudiantes con un nivel elevado como bajo de conocimientos previos logran un aprendizaje más eficaz al interactuar con el tutor RIMAC dinámico. Asimismo, Nasri et al. (2021) determinaron que Siri de Apple contribuye positivamente al aprendizaje al brindar un andamiaje oportuno, mejorando las habilidades de indagación científica en estudiantes de Física. Por otro lado, Nguyen (2022) señala que la interacción con agentes inteligentes fomenta el cuestionamiento y la construcción colectiva, promoviendo el debate, la reflexión y la generación de ideas. Además, esta interacción facilita el razonamiento, la transactividad y la receptividad de los estudiantes hacia dichos agentes.

Análisis, clasificación, evaluación y predicción de datos

La aplicación de la IA fue exitosa para el cumplimiento de este objetivo. Por ejemplo, Yağcı y Çevik (2019) señalaron que el modelo de redes neuronales implementado logró predicciones altamente precisas en relación al rendimiento académico de los estudiantes. De igual modo, Manikandan y Chinnadurai (2020) destacaron que TensorFlow facilitó el análisis, clasificación y predicción del desempeño estudiantil, ofreciendo datos fundamentales para las decisiones académicas y profesionales de los alumnos. Asimismo, Mokshin et al. (2020)

determinaron que los modelos de regresión generados a través de algoritmos genéticos suministran información valiosa acerca del proceso educativo en el área de Física, lo que permite proponer mejoras para el rendimiento académico. En un contexto similar, Ingkavara et al. (2022) observaron que los sistemas de enseñanza en línea contribuyeron al progreso del aprendizaje de los estudiantes del grupo experimental, promoviendo sus habilidades de aprendizaje autorregulado. Lee et al. (2023) informaron que el modelo de IA desarrollado tuvo éxito en clasificar y evaluar las representaciones visuales de conceptos científicos dibujadas a mano por los alumnos en respuestas libres, evidenciando la viabilidad de la IA para automatizar evaluaciones de representaciones de conceptos científicos, especialmente aquellas realizadas en papel y lápiz. Por otra parte, Song et al. (2023) concluyeron que el modelo de aprendizaje automático (CNN-BiLSTM) desarrollado logró clasificar con éxito el contenido semántico del diálogo en el aula, alcanzando un nivel de desempeño aceptable comparable a la codificación humana. Gracias a esto, se pudo identificar rápidamente la calidad del diálogo en el aula, lo que permitirá gestionar las interacciones en clase con mayor eficacia, fomentando un diálogo más productivo. De igual manera, Kim et al. (2024) reportaron que el modelo de aprendizaje automático creado predijo con precisión el tipo de compuesto químico en el conjunto de datos desconocido, además predijo los puntos de ebullición de algunos compuestos arbitrarios dentro del rango de error promedio de 4.49K. Finalmente, Burke et al. (2024) reportaron que su modelo de aprendizaje automático permitió predecir la mejor manera de fabricar nuevas moléculas con propiedades biológicas y materiales deseables, acelerando, promoviendo y democratizando la innovación molecular.

Mejora de la opinión y conocimiento de los estudiantes sobre la IA y el aprendizaje en línea autorregulado con el enfoque de aprendizaje personalizado

Los tres artículos incluidos en esta categoría, demostraron éxito en el cumplimiento de los objetivos con los que usaron la IA para la enseñanza de las ciencias. Bitzebauer (2023) concluyó que la interacción con el chatbot generó un impacto positivo en las percepciones de los estudiantes sobre ChatGPT, evidenciando un aumento en la aceptación de afirmaciones relacionadas con sus beneficios y su integración en la vida diaria. Por otro lado, Ingkavara et al. (2022) informaron que la utilización de sistemas de aprendizaje en línea con IA mejoró la percepción de los estudiantes acerca del aprendizaje en línea autorregulado. Del mismo modo, Oskotsky et al. (2022) destacaron que tras completar un programa educativo que abordaba conceptos de IA en el campo de la biomedicina, los estudiantes adquirieron habilidades en programación, manipulación de datos e IA. Además, lograron comprender cómo la IA puede contribuir a la investigación científica.

Obtención de información sobre el alcance y limitaciones de los chatbots

Las investigaciones incluidas dentro de esta categoría trataban de identificar las ventajas e inconvenientes de los chatbots, logrando su objetivo al obtener información valiosa sobre el comportamiento de los chatbots, específicamente de ChatGPT. Según Küchemann et al. (2023), ChatGPT fue eficiente en la creación de tareas de Física, creando las actividades con la frecuencia, dificultad y calidad adecuada. Sin embargo, existió deficiencias en la especificidad de las tareas creadas. Por su parte, Araújo y Saúde (2024) informaron que ChatGPT fue eficiente interpretando y reproduciendo el lenguaje simbólico especializado de la Química, conceptualizando eficazmente los problemas y las actividades de laboratorio de forma clara y comprensible para los estudiantes de Química. Sin embargo, tuvo limitaciones científico-pedagógicas relativas a la precisión y adecuación de las actividades de laboratorio propuestas, especialmente en términos de seguridad y sostenibilidad.

Asimismo, según Talanquer (2023), a pesar de la notable capacidad de estos chatbots para interpretar y abordar problemas químicos, ofreciendo respuestas bien estructuradas, los actuales sistemas de IA pueden incurrir en errores de procedimiento, omitir información relevante y dar respuestas con conceptos equivocados. Este análisis revela fascinantes similitudes entre las respuestas generadas por los chatbots de IA y las respuestas de estudiantes de Química al participar en actividades explicativas. Por consiguiente, las respuestas de los chatbots podrían anticipar los errores que los estudiantes cometen en este tipo de actividades, proporcionando así datos de gran valor para profesores de Química al momento diseñar actividades de evaluación formativa



que impulsen y desafíen el razonamiento de los estudiantes.

Al hablar de la capacidad de los chatbots en la resolución de preguntas, Yeadon y Hardy (2024) informaron que estas herramientas pueden obtener buenos resultados en la resolución de preguntas de Física en etapas educativas tempranas, pero su eficacia disminuye con contenidos avanzados y cálculos complejos. Además, la resolución de evaluaciones con IA suele mostrar métodos novedosos que no figuran en el plan de estudios, verborrea excesiva y errores de cálculo en aritmética básica. Esto sugiere que, en la universidad, los chatbots y otros modelos de lenguaje natural (LLM) no suponen una amenaza sustancial para los exámenes de Física no vigilados. Sin embargo, dada la considerable competencia de los LLM en la redacción de ensayos de Física y en habilidades de codificación, los exámenes no vigilados de estas habilidades en Física son muy vulnerables a la realización automatizada por parte de los LLM. Esta vulnerabilidad también se extiende a las preguntas de Física planteadas en niveles académicos inferiores. En esta misma línea, la investigación de Polverini y Gregorcic (2024) reportó que ChatGPT, en promedio, tuvo un rendimiento similar al de los estudiantes que toman un curso de Física de nivel preparatoria en la resolución de evaluaciones, pero con diferencias importantes en la distribución de la corrección de sus respuestas, así como en las habilidades de "razonamiento" y "visuales". Estos autores concluyeron que, aunque ChatGPT tuvo mucho éxito al proponer estrategias productivas para resolver las tareas de la prueba y expresó un razonamiento correcto en la mayoría de sus respuestas, tuvo dificultades para "ver" correctamente los gráficos. En base a estas conclusiones, los autores sugirieron que, se necesita precaución y un enfoque crítico si se tiene la intención de usarlo en el papel de tutor, modelo de estudiante o herramienta para ayudar a personas con discapacidad visual en el contexto de gráficos cinemáticos.

Ilustración de la conceptualización y las habilidades de interacción de los estudiantes con la IA en el contexto de conceptos complejos

El estudio incluido dentro de esta categoría subraya el potencial de utilizar imágenes generadas por IA para evaluar y fomentar las habilidades comunicativas de los estudiantes en la interpretación y transmisión de conceptos científicos, una metodología que se puede extender a otros temas complejos como la Física Cuántica (De Souza et al., 2024).

5. Discusión y conclusiones

El presente estudio ha identificado diversas herramientas de IA ampliamente exploradas en la enseñanza de las ciencias experimentales, entre las que destacan los chatbots como ChatGPT y Binga AI, los modelos de aprendizaje automático y las aplicaciones de RA. Además, se está investigando el uso de software de minería de datos, sistemas de tutoría inteligente, herramientas de comprensión de bocetos, asistentes virtuales inteligentes, generadores de videos con IA, mapas de expresiones matemáticas dinámicas e interactivas, y redes neuronales artificiales. Estos resultados presentan similitudes con los hallazgos de Xu y Ouyang (2022), quienes identificaron seis tipos de aplicaciones de IA en las disciplinas STEM, como predictores de aprendizaje, sistemas de tutoría inteligente, detectores de comportamiento estudiantil, herramientas de automatización, robots educativos, libros de texto de IA y algoritmos genéticos para formar grupos de estudiantes. No obstante, estos autores no mencionaron investigaciones que involucraran chatbots, posiblemente porque estos adquirieron popularidad en noviembre de 2022 cuando OpenAI presentó un chatbot conversacional denominado ChatGPT (Diego Olite et al., 2023). Este hecho se ve reflejado en investigaciones sobre el impacto de este y otros chatbots en la educación, cuyos resultados se publicaron en el año 2023, como evidencian los estudios de Bitzenbauer (2023) y Talanquer (2023) analizados en esta revisión sistemática. Asimismo, los resultados de este estudio en relación con las herramientas de IA empleadas en la enseñanza de las ciencias concuerdan con los hallazgos de Heeg y Avraamidou (2023), quienes demostraron que las herramientas de IA utilizadas en sus investigaciones abarcan evaluadores automatizados, retroalimentadores automatizados, analizadores de aprendizaje, sistemas de aprendizaje adaptativo, sistemas de tutoría inteligente, clasificadores de texto multietiqueta, chatbots, sistemas expertos y detectores de bloqueos mentales. Es importante destacar que, ambas revisiones sistemáticas (Xu y Ouyang, 2022; Heeg y Avraamidou,

2023) no incorporan estudios que empleen herramientas de RA, posiblemente debido a que la investigación sobre IA en el ámbito educativo se ha enfocado principalmente en aspectos como la tutoría inteligente, la evaluación automática y el análisis de datos.

Otro hallazgo de esta investigación revela que, entre los artículos analizados, la asignatura más abordada es la Física, seguida por la Química, en tercer lugar, la Biología y el último lugar, la Geociencia. Estos hallazgos guardan cierta similitud con los informados por Heeg y Avraamidou (2023), quienes también identificaron a la Física como la asignatura más estudiada en investigaciones. Esto sugiere un mayor interés en explorar el uso de la IA en la enseñanza de la Física en comparación con otras disciplinas científicas.

No obstante, Heeg y Avraamidou (2023) informaron que la Geociencia era la segunda asignatura más investigada, lo que difiere de nuestros resultados, donde esta disciplina fue la menos abordada. Estas discrepancias podrían atribuirse a las variadas estrategias de búsqueda empleadas, dado que nuestro estudio se focalizó en la implementación de la IA en la enseñanza de las ciencias en la educación secundaria, mientras que la investigación de Heeg y Avraamidou (2023) incluyó también la educación primaria.

En relación a los objetivos que respaldaron la implementación de herramientas de IA en las investigaciones revisadas, se clasificaron en cinco categorías distintas: mejorar los resultados y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes en ciencias, IA y sus interacciones; analizar, clasificar, evaluar y predecir datos; mejorar la percepción de los estudiantes sobre la y IA el aprendizaje en línea autorregulado con un enfoque de aprendizaje personalizado; obtener información sobre el alcance y las limitaciones de los chatbots; e ilustrar la conceptualización y las habilidades de interacción de los estudiantes con la IA en el contexto de conceptos complejos. Estos objetivos guardan similitud con los identificados por Heeg y Avraamidou (2023), quienes agruparon los objetivos de aprendizaje relacionados con las aplicaciones de IA en cuatro categorías: enseñanza de conocimientos específicos del dominio a los estudiantes, desarrollo de habilidades de argumentación científica, transferencia de conocimientos y digitalización o automatización de los materiales didácticos existentes. La convergencia en los objetivos de las investigaciones sobre herramientas de IA en la enseñanza de las ciencias sugiere un enfoque compartido entre los investigadores para la integración de la IA en la educación científica escolar.

En cuanto a los países en los que se concentran la mayoría de las investigaciones sobre el uso de la IA en la enseñanza de las ciencias experimentales, se observa que Estados Unidos lidera, seguido por Alemania, en tercer lugar, se encuentran Malasia, Indonesia y la República de Corea. Asimismo, se destaca que la mayoría de las investigaciones se llevan a cabo en países asiáticos. Estos resultados son consistentes con los reportados por Heeg y Avraamidou (2023), quienes determinaron que la mayor parte de los estudios se desarrollaron en Estados Unidos y Asia. Esta tendencia subraya la escasez de investigaciones en torno a la implementación de la IA en la enseñanza de las ciencias en países latinoamericanos, dado que en la presente revisión sistemática solo se identificó dos investigaciones desarrolladas en esta región, señalando la necesidad de un mayor desarrollo en la producción científica latinoamericana en este campo. Estos resultados pueden deberse a que la mayoría de las investigaciones realizadas en el contexto latinoamericano no son publicadas en revistas de alto impacto, por lo que no se encuentran en la bases de datos de Scopus, ERIC o WOS, siendo excluidas de esta revisión sistemática.

Finalmente, al analizar las investigaciones recopiladas en este artículo, se evidencia un impacto positivo al integrar la IA en la enseñanza de las ciencias, reflejado en la mejora de los resultados de aprendizaje y experiencias educativas de los estudiantes, la efectiva clasificación, evaluación y predicción de datos escolares, así como en la mejora de la percepción de los estudiantes sobre la IA y en la obtención de información relevante sobre los alcances y limitaciones de los chatbots. Estos hallazgos coinciden con los informes de Xu y Ouyang (2022) y Heeg y Avraamidou (2023), quienes comunicaron que las aplicaciones de IA generaron efectos positivos en el rendimiento académico, la capacidad argumentativa y la experiencia de aprendizaje de los estudiantes, contribuyendo al desarrollo del pensamiento de alto nivel y facilitando a los docentes la automatización de sus tareas educativas, la identificación de patrones de aprendizaje y el análisis de los

comportamientos de los estudiantes. Asimismo, los resultados obtenidos en este estudio concuerdan con los informes de Martínez-Comesaña et al. (2023) respecto al impacto positivo de la IA en las predicciones del rendimiento estudiantil, la identificación de factores significativos que hacen atractivas las clases para los alumnos y la evaluación más automatizada y objetiva de sus tareas. Instituciones que prestaron instalaciones o recursos.

En conclusión, esta investigación identifica una amplia gama de herramientas de IA que han sido exploradas en la enseñanza de las ciencias experimentales, resaltando los chatbots como ChatGPT y Bing AI, los modelos de aprendizaje automático y las aplicaciones de RA como las herramientas más investigadas. La asignatura más abordada en las investigaciones revisadas es la Física, seguida por la Química, en tercer lugar, la Biología, y siendo la Geociencia la menos estudiada. Las investigaciones analizadas han implementado herramientas de IA con diversos objetivos, entre los que se destacan: mejorar los resultados y experiencias de aprendizaje de los estudiantes en ciencias y sus interacciones con la IA, analizar, clasificar, evaluar y predecir datos escolares, mejorar la percepción y conocimiento de los estudiantes sobre la IA y el aprendizaje en línea autorregulado con un enfoque de aprendizaje personalizado, obtener información sobre el alcance y limitaciones de los chatbots e ilustrar la conceptualización y las habilidades de interacción de los estudiantes con la IA en el contexto de conceptos complejos. En cuanto a la ubicación geográfica de las investigaciones, Estados Unidos lidera en la cantidad de estudios realizados, seguido por países asiáticos. Se evidencia una escasez de investigaciones en países latinoamericanos, con solo dos estudios identificado en esta región. De manera general, los resultados de las investigaciones revisadas muestran un impacto positivo al integrar la IA en la enseñanza de las ciencias, reflejado en la mejora de los resultados de aprendizaje y experiencias educativas de los estudiantes, la efectiva clasificación, evaluación y predicción de datos escolares, así como en la mejora de la percepción de los estudiantes sobre la IA y en la obtención de información relevante sobre los alcances y limitaciones de los chatbots.

Los hallazgos de esta revisión sistemática brindan información valiosa para docentes y diseñadores de currículos interesados en integrar herramientas de IA en la enseñanza de las ciencias experimentales en educación secundaria. Además, los resultados positivos obtenidos en las investigaciones respaldan la relevancia de seguir explorando el uso de la IA en este campo, fomentando la innovación y el mejoramiento de los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Una limitación importante de este estudio es al enfocarse únicamente en la educación secundaria, se puede estar dejando de lado importantes avances en el uso de la IA en la enseñanza de las ciencias en otros niveles educativos.

Se sugiere continuar investigando sobre el impacto de los chatbots y otras herramientas de IA emergentes en la enseñanza de las ciencias, ya que esta es un área en rápida evolución. Asimismo, sería valioso ampliar el alcance de las investigaciones a otros niveles educativos, como la educación inicial, primaria y universitaria, para obtener una visión más completa del potencial de la IA en la enseñanza de las ciencias. Otra dirección futura podría ser explorar el uso de la IA en la enseñanza de otras disciplinas científicas además de Física, Química, Biología y Geociencia, para identificar posibles aplicaciones y beneficios en campos menos estudiados. Finalmente, es fundamental fomentar más investigaciones en países latinoamericanos, donde se evidencia una escasez de estudios en este campo, con el fin de promover la inclusión y el desarrollo de conocimientos locales sobre el uso de la IA en la enseñanza de las ciencias.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Torres Barahona, S., & Campos Mera, G. (2026). Inteligencia artificial en la enseñanza de las ciencias experimentales: herramientas, impactos y tendencias globales. *Campus Virtuales*, 15(2), 31-45. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1698>

Referencias

- Araújo, J. L., y Saúde, I. (2024). Can ChatGPT Enhance Chemistry Laboratory Teaching? Using Prompt Engineering to Enable AI in Generating Laboratory Activities. *Journal Of Chemical Education*, 101(5), 1858-1864. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00745>
- Bitzenbauer, P. (2023). ChatGPT in physics education: A pilot study on easy-to-implement activities. *Contemporary Educational Technology*, 15(3), ep430. <https://doi.org/10.30935/cedtech/13176>
- Burke, M. D., Denmark, S. E., Diao, Y., Han, J., Switzky, R., & Zhao, H. (2024). Molecule Maker Lab Institute: Accelerating, advancing, and democratizing molecular innovation. *The æAI Magazine/AI Magazine*, 45(1), 117-123. <https://doi.org/10.1002/aaai.12154>
- De Souza, M. G., Won, M., Treagust, D., & Serrano, A. (2024). Visualising relativity: assessing high school students' understanding of complex physics concepts through AI-generated images. *Physics Education*, 59(2), 025018. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad1e71>
- Derlina, Aisyah, Nurdin Bukit, Sahyar, y Ahdi Hassan. (2020). Blended Learning in English and English-medium Physics Classes Using Augmented Reality, Edmodo, and Tinkercad Media. *TESOL International Journal*, 15(3), 111-133. <http://digilib.unimed.ac.id/40916/>
- Diego Olite, F., Morales Suárez, I. y Vidal Ledo, M. J. (2023). Chat GPT: origen, evolución, retos e impactos en la educación. *Educación Médica Superior*, 37(2), e3876. http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0864-21412023000200016&lng=es&tlng=es
- Fernández-Miranda, M. (2024). Artificial intelligence in Latin American universities: Emerging challenges. *Computación y Sistemas*. <https://www.cys.cic.ipn.mx/ojs/index.php/CyS/article/view/4822>
- Forbus, K. D., Chang, M., McLure, M. D., y Usher, M. (2017b). The Cognitive Science of Sketch Worksheets. *Topics In Cognitive Science*, 9(4), 921-942. <https://doi.org/10.1111/tops.12262>
- García-Peñalvo, F. J. (2024). Inteligencia artificial generativa y educación: Un análisis desde múltiples perspectivas. *Education in the Knowledge Society*, 25(1), 1-10. <https://doi.org/10.14201/eks.31942>
- Gregorčič, T., y Torkar, G. (2022). Using the structure-behavior-function model in conjunction with augmented reality helps students understand the complexity of the circulatory system. *Advances In Physiology Education*, 46(3), 367-374. <https://doi.org/10.1152/advan.00015.2022>
- Heeg, D. y Avraamidou, L. (2023) The use of Artificial intelligence in school science: a systematic literature review. *Educational Media International*, 60(2), 125-150. DOI: 10.1080/09523987.2023.2264990
- Hernández-Ramos, J., Rodríguez-Becerra, J., Cáceres-Jensen, L., y Aksela, M. (2023). Constructing a Novel E-Learning Course, Educational Computational Chemistry through Instructional Design Approach in the TPASK Framework. *Education Sciences*, 13(7), 648. <https://doi.org/10.3390/educsci13070648>
- Holmes, W., Bialik, M., & Fadel, C. (2019). Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching and learning. Center for Curriculum Redesign.
- Baker, R.S., Inventado, P.S. (2014). Educational Data Mining and Learning Analytics. In: Larusson, J., White, B. (eds) *Learning Analytics*. Springer, New York, NY. https://doi.org/10.1007/978-1-4614-3305-7_4
- Ingkavara, T., Panjaburee, P., Srisawasdi, N., & Sajjanaroj, S. (2022). The use of a personalized learning approach to implementing self-regulated online learning. *Computers & Education: Artificial Intelligence*, 3, 100086. <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100086>
- Jiang, S., McClure, J., Mao, H., Chen, J., Liu, Y., y Zhang, Y. (2023). Integrating Machine Learning and Color Chemistry: Developing a High-School Curriculum toward Real-World Problem-Solving. *Journal Of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00589>
- Kaplan, A., y Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15-25. <https://doi.org/10.1016/j.bushor.2018.08.004>
- Katz, S., Albacete, P. L., Chounta, I., Jordan, P. W., McLaren, B. M., y Zapata-Rivera, D. (2021). Linking Dialogue with Student Modelling to Create an Adaptive Tutoring System for Conceptual Physics. *International Journal Of Artificial Intelligence In Education*, 31(3), 397-445. <https://doi.org/10.1007/s40593-020-00226-y>
- Kim, S., Jeon, I., & Kang, S. (2024). Integrating Data Science and Machine Learning to Chemistry Education: Predicting Classification and Boiling Point of Compounds. *Journal Of Chemical Education*, 101(4), 1771-1776. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c01040>
- Küchemann, S., Steinert, S., Revenga, N., Schweinberger, M., Dinc, Y., Avila, K. E., & Kuhn, J. (2023). Can ChatGPT support prospective teachers in physics task development? *Physical Review. Physics Education Research*, 19(2). <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.19.020128>
- Lee, J. Y., Lee, G., y Hong, H. (2023). Automated Assessment of Student Hand Drawings in Free-Response Items on the Particulate Nature of Matter. *Journal Of Science Education And Technology*, 32(4), 549-566. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10042-3>
- Luckin, R., Holmes, W., Griffiths, M., y Forcier, L. B. (2016). Intelligence unleashed: An argument for AI in education. Pearson.
- Manikandan, S., y Chinnadurai, M. (2020). Evaluation of Students' Performance in Educational Sciences and Prediction of Future Development using TensorFlow. *International Journal Of Engineering Education*, 36(6), 1783-1790.

<https://www.researchgate.net/publication/345131484>

- Martínez-Comesaña, M., Rigueira-Díaz, X., Larrañaga-Janeiro, A., Martínez, J. M., Ocarranza-Prado, I., y Kreibel, D. (2023b). Impact of artificial intelligence on assessment methods in primary and secondary education: Systematic literature review. *Revista de Psicodidáctica* (English Ed.), 28(2), 93-103. <https://doi.org/10.1016/j.psicoe.2023.06.002>
- Miao, F., Holmes, W., Ronghuai, H., & Zhang H. (2021). AI end education: Guidance for policy-makers (UNESCO), 45. <https://doi.org/10.54675/PCSP7350>
- Mokshin, A. B., Mokshin, V., & Mirziyarova, D. A. (2020). Formation of Regression Model for Analysis of Complex Systems Using Methodology of Genetic Algorithms. *Nonlinear Phenomena In Complex Systems*, 23(3), 317-326. <https://doi.org/10.33581/1561-4085-2020-23-3-317-326>
- Nasri, N. M., Nasri, N., Nasri, N. F., y Talib, M. A. A. (2023). The Impact of Integrating an Intelligent Personal Assistant (IPA) on Secondary School Physics Students' Scientific Inquiry Skills. *IEEE Transactions On Learning Technologies*, 16(2), 232-242. <https://doi.org/10.1109/tlt.2023.3241058>
- Nguyen, H. (2022). Let's teach Kibot: Discovering discussion patterns between student groups and two conversational agent designs. *British Journal Of Educational Technology*, 53(6), 1864-1884. <https://doi.org/10.1111/bjet.13219>
- Newman, M., Gough, D. (2020). Systematic Reviews in Educational Research: Methodology, Perspectives and Application. In: Zawacki-Richter, O., Kerres, M., Bedenlier, S., Bond, M., Buntins, K. (eds) *Systematic Reviews in Educational Research*. Springer VS, Wiesbaden. https://doi.org/10.1007/978-3-658-27602-7_1
- Nurhasanah, Z., Widodo, A., Riandi, R. (2019). Augmented reality to facilitate students' biology mastering concepts and digital literacy. *Jurnal Pendidikan Biologi Indonesia*, 5(3), 481-488. <https://doi.org/10.22219/jpbi.v5i3.9694>
- Oh, P., y Seongjoo, K. (2021). Integrating Artificial Intelligence to Chemistry Experiment: Carbon Dioxide Fountain. *Journal Of Chemical Education*, 98(7), 2376-2380. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.1c00004>
- OECD. (2021). OECD digital education outlook 2021 : Pushing the frontiers with artificial intelligence, blockchain and robots. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/589b283f-en>
- Oskotsky, T., Bajaj, R., Burchard, J., Cavazos, T. B., Chen, I., Connell, W., Eaneff, S., Grant, T., Kanungo, I., Lindquist, K., Myers-Turnbull, D., Naing, Z. Z. C., Tang, A., Vora, B., Wang, J., Karim, I., Swadling, C., Yang, J. H., Cohort, A. S., . . . Sirota, M. (2022). Nurturing diversity and inclusion in AI in Biomedicine through a virtual summer program for high school students. *PLOS Computational Biology*, 18(1), e1009719. <https://doi.org/10.1371/journal.pcbi.1009719>
- Page, M. J., McKenzie, J. E., Bossuyt, P. M., Boutron, I., Hoffmann, T. C., Mulrow, C. D., Shamseer, L., Tetzlaff, J. M., Akl, E. A., Brennan, S. E., Chou, R., Glanville, J., Grimshaw, J. M., Hróbjartsson, A., Lalu, M. M., Li, T., Loder, E. W., Mayo-Wilson, E., McDonald, S., . . . Alonso-Fernández, S. (2021). Declaración PRISMA 2020: una guía actualizada para la publicación de revisiones sistemáticas. *Revista Española De Cardiología*, 74(9), 790-799. <https://doi.org/10.1016/j.recesp.2021.06.016>
- Polverini, G., y Gregoric, B. (2024). Performance of ChatGPT on the test of understanding graphs in kinematics. *Physical Review. Physics Education Research*, 20(1). <https://doi.org/10.1103/physrevphyseducres.20.010109>
- Quintero, L. J. C., y Selwyn, N. (2018c). More than tools? Making sense of the ongoing digitizations of higher education. *International Journal Of Educational Technology In Higher Education*, 15(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-018-0109-y>
- Rugh, M. S., Capraro, M. M., y Capraro, R. M. (2023). Improving Self-Efficacy with automatically generated interactive concept maps: DIME maps. *Electronic Journal Of e-Learning*, 21(3), 141-157. <https://doi.org/10.34190/ejel.21.3.2765>
- Salas-Pilco, S. Z., & Yang, Y. (2022). Artificial intelligence applications in Latin American higher education: A systematic review. *International Journal of Educational Technology in Higher Education*, 19, 21. <https://doi.org/10.1186/s41239-022-00326-w>
- Schindler, L. A., Burkholder, G. J., Morad, O. A., y Marsh, C. (2017). Computer-based technology and student engagement: a critical review of the literature. *International Journal Of Educational Technology In Higher Education*, 14(1). <https://doi.org/10.1186/s41239-017-0063-0>
- Song, Y., Lei, S., Hao, T., Lan, Z., y Ding, Y. (2020). Automatic Classification of Semantic Content of Classroom Dialogue. *Journal Of Educational Computing Research*, 59(3), 496-521. <https://doi.org/10.1177/0735633120968554>
- Stolzenberger, C., Frank, F., y Trefzger, T. (2022). Experiments for students with built-in theory: 'PUMA: Spannungslabor' – an augmented reality app for studying electricity. *Physics Education*, 57(4), 045024. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ac60ae>
- Talanquer, V. (2023). Interview with the Chatbot: How Does It Reason? *Journal Of Chemical Education*, 100(8), 2821-2824. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.3c00472>
- Xu, W., y Ouyang, F. (2022). The application of AI technologies in STEM education: a systematic review from 2011 to 2021. *International Journal Of STEM Education*, 9(1). <https://doi.org/10.1186/s40594-022-00377-5>
- Yağci, A., y Çevik, M. (2019). Prediction of academic achievements of vocational and technical high school (VTS) students in science courses through artificial neural networks (comparison of Turkey and Malaysia). *Education And Information Technologies*, 24(5), 2741-2761. <https://doi.org/10.1007/s10639-019-09885-4>
- Yeadon, W., & Hardy, T. (2024). The impact of AI in physics education: a comprehensive review from GCSE to university levels. *Physics Education*, 59(2), 025010. <https://doi.org/10.1088/1361-6552/ad1fa2>

Contabilidad de los tokens y enrutamiento dinámico en la inteligencia artificial generativa aplicada a Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS): Un modelo económico para la educación superior

Token Accounting and Dynamic Routing in Generative AI Applied to Learning Management Systems (LMS): An Economic Model for Higher Education

Álvaro Martínez-García¹

¹ Universidad Francisco de Vitoria, España

a.martinezgarcia@ufv.es

RESUMEN. La presente investigación desarrolla un marco teórico y un modelo económico-analítico destinado a determinar la asignación eficiente del capital computacional derivado del uso de Modelos de Lenguaje a Gran Escala (LLM) en la infraestructura de enseñanza virtual universitaria. El objetivo central consiste en minimizar el gasto operativo (OPEX) asociado al consumo de tokens de inferencia en Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS), garantizando simultáneamente unos resultados pedagógicos análogos a los obtenidos mediante el uso monocrómico y exclusivo de modelos fundacionales de frontera y alto coste. El estudio se fundamenta en los postulados de la Economía del Token (Tokenomics), las Operaciones Financieras en la Nube (FinOps) y el paradigma emergente de la Inteligencia Artificial Frugal (Frugal AI). Se formaliza matemáticamente un sistema de soporte a la decisión basado en el enrutamiento predictivo de modelos (LLM Routing) adaptado a entornos educativos. Mediante una simulación determinista a gran escala, estructurada sobre la arquitectura nativa del subsistema de IA de plataformas LMS contemporáneas (específicamente Moodle 4.5), se evalúan diversos escenarios presupuestarios y de gestión computacional. El análisis empírico evidencia que una estrategia de enrutamiento estratificado —que clasifica las consultas académicas según su complejidad algorítmica ex ante— puede reducir los costes de inferencia institucionales en más de un 71% frente al status quo. De forma paralela, el modelo logra mantener una tasa de suficiencia instruccional superior al 97%, cerrando de forma efectiva la brecha de equidad en el acceso tecnológico (AIED Advantage Gap) al democratizar el soporte cognitivo avanzado.

ABSTRACT. This research develops a theoretical framework and an economic-analytical model aimed at determining the efficient allocation of computational capital derived from the use of Large Language Models (LLMs) in university virtual teaching infrastructure. The central objective is to minimize the operational expenditure (OPEX) associated with the consumption of inference tokens in Learning Management Systems (LMS), while simultaneously guaranteeing pedagogical results analogous to those obtained through the exclusive use of high-cost frontier foundational models. The study is based on the postulates of Token Economics (Tokenomics), Cloud Financial Operations (FinOps) and the emerging paradigm of Frugal Artificial Intelligence (Frugal AI). A decision support system based on predictive model routing (LLM Routing) adapted to educational environments is mathematically formalized. Through a large-scale deterministic simulation, structured on the native architecture of the AI subsystem of contemporary LMS platforms (specifically Moodle 4.5), various budgetary and computational management scenarios are evaluated. The empirical analysis shows that a stratified routing strategy—which classifies academic queries according to their algorithmic complexity ex ante—can reduce institutional inference costs by more than 71% compared to the status quo. At the same time, the model manages to maintain an instructional sufficiency rate of over 97%, effectively closing the technology access equity gap (AIED Advantage Gap) by democratizing advanced cognitive support.

PALABRAS CLAVE: Economía de la información, Inteligencia artificial frugal, Enrutamiento de LLMs, Sistemas de Gestión del Aprendizaje, Moodle, Contabilidad de costes, Educación superior.

KEYWORDS: Information economics, Frugal artificial intelligence, LLM routing, Learning Management Systems, Moodle, Cost accounting, Higher education.

1. Introducción

La digitalización de las instituciones de educación superior ha experimentado una aceleración sistémica sin precedentes en la última década, consolidando a los Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS por sus siglas en inglés, Learning Management Systems), tales como Moodle, Canvas o Blackboard, no solo como meros repositorios de contenido estático, sino como los ecosistemas centrales ineludibles para la interacción pedagógica, la evaluación y la administración académica (Castro Benavides et al., 2020; Selgas-Cors, 2025). En este contexto de transformación digital continua, caracterizado por crecientes presiones financieras debido a la expansión de la población estudiantil y los persistentes desafíos de acceso equitativo (Awad et al., 2025), la irrupción de la Inteligencia Artificial Generativa (IAG) y los Modelos de Lenguaje a Gran Escala (LLM) ha inaugurado un nuevo ciclo tecnológico que redefine radicalmente las capacidades operativas de estas plataformas (Dirin et al., 2023; Martín-Ramallal, 2025).

Históricamente, los sistemas LMS operaban bajo un paradigma de base de datos relacional estática, donde la universidad asumía costes predecibles vinculados al ancho de banda, el almacenamiento en servidores y las licencias de usuario (SaaS) (Zhu, 2026). Sin embargo, la reciente integración de arquitecturas de IA de forma nativa en sistemas de código abierto —ejemplificada magistralmente por la introducción del "Subsistema de IA" (AI Subsystem) a partir de la versión de Moodle 4.5— permite ahora a docentes y estudiantes interactuar con agentes algorítmicos para la generación de contenidos, la evaluación formativa contextualizada, el resumen de textos extensos y la tutorización personalizada en tiempo real (Atsalakis et al., 2024; Baabdullah et al., 2021; CYPHER Learning, 2025; Schoser, 2023).

En el epicentro de esta revolución educativa y tecnológica emerge una nueva unidad económica fundamental que subvierte los modelos de contabilidad tradicionales: el token computacional (Storment, 2026; Zhu, 2026). Originalmente concebido como un artefacto puramente técnico para la fragmentación y vectorización del lenguaje natural dentro de las redes neuronales artificiales (arquitecturas de transformadores), el token se ha transmutado rápidamente en el activo subyacente que estructura, cuantifica y monetiza el mercado global de la inteligencia computacional (Storment, 2026; Zhu, 2026). Los principales proveedores de modelos fundacionales (tales como OpenAI, Google, Anthropic o Microsoft Azure) emplean esta unidad métrica para fijar precios, asignar y gobernar la capacidad de cómputo en la nube (Intelligent Living, 2026; Storment, 2026).

En consecuencia, bajo este nuevo paradigma, cualquier interacción de un usuario con el LMS universitario —ya sea la solicitud de un estudiante para que un tutor virtual le explique un concepto de física, la orden de un profesor para generar un banco de preguntas a partir de un temario, o el mero resumen automático de las participaciones en un foro— se traduce imperativamente en un consumo cuantificable de tokens (Atsalakis et al., 2024; Storment, 2026). Esta dinámica vincula de forma directa, instantánea e indisoluble el procesamiento algorítmico y el razonamiento heurístico con la factura eléctrica de los centros de datos corporativos y, en última instancia, con el estado de flujos de efectivo del presupuesto universitario (LaunchDarkly, 2026; Zhu, 2026).

Este escenario impone un desafío monumental para la contabilidad de gestión y las finanzas operativas (FinOps) de las universidades. A diferencia de los modelos de licenciamiento tradicionales, la facturación de los servicios de inferencia LLM a través de Interfaces de Programación de Aplicaciones (API) opera bajo un régimen de consumo elástico, hipervariable y marcadamente estocástico (Deloitte, 2026; Storment, 2026; Zhu, 2026). El coste marginal de una consulta académica fluctúa drásticamente dependiendo de la longitud del documento base proporcionado (context window), la complejidad algorítmica de las instrucciones (prompts), la necesidad de bucles iterativos en los agentes conversacionales y, fundamentalmente, la elección del modelo fundacional subyacente (Storment, 2026; Zhu, 2026). Las investigaciones en el ámbito corporativo ya advierten que, sin mecanismos de gobernanza estrictos e instrumentados tecnológicamente, la adopción descentralizada de IA puede desencadenar incrementos exponenciales, ruinosos y no lineales en los gastos operativos (OPEX) (Deloitte, 2026; FinOps Foundation, 2026).



A pesar de la gravedad y urgencia del problema económico descrito, se evidencia una profunda brecha teórica y práctica en la literatura científica actual (research gap). La abrumadora mayoría de las investigaciones contemporáneas sobre IA en la educación superior se concentran casi en exclusiva en las dimensiones pedagógicas, el impacto en el rendimiento cognitivo, las controversias sobre la integridad académica (plagio) y los modelos de aceptación tecnológica por parte del alumnado (Dirin et al., 2023; Kokina & Davenport, 2017; Lai, 2025). Por el contrario, los estudios enfocados en la dimensión microeconómica, la viabilidad contable y la eficiencia del capital tecnológico de la integración de la IA en la infraestructura de los campus virtuales son excepcionalmente escasos o inexistentes. Las instituciones de educación superior corren el inminente riesgo de incurrir en un fenómeno de "consumo en la sombra" (shadow AI), delegando tareas administrativas triviales o consultas académicas elementales a modelos de frontera masivamente costosos, desperdiciando recursos públicos o privados que podrían haberse resuelto con modelos destilados con una fracción del coste (FinOps Foundation, 2026; Zhu, 2026).

Para solventar esta carencia en la intersección entre la economía empírica, los sistemas de información y la tecnología educativa, la presente investigación plantea el desarrollo de un modelo matemático, econométrico y contable que operativice los principios de la Inteligencia Artificial Frugal (Frugal AI) (Gärtner & Hiebl, 2018; Ittner & Larcker, 2001; Prabhu, 2026) en los entornos LMS de gran escala. Las preguntas fundamentales de investigación que vertebran este estudio son: (1) ¿De qué manera pueden las universidades formular un modelo de contabilidad analítica que optimice de forma algorítmica la relación entre el coste financiero de inferencia de la Inteligencia Artificial Generativa y la utilidad pedagógica de las respuestas proporcionadas en su campus virtual? y (2) ¿Qué arquitecturas informáticas de enrutamiento dinámico (LLM Routing) y orquestación configuran la frontera óptima de eficiencia de Pareto para minimizar el consumo del presupuesto tecnológico sin comprometer o degradar la calidad instruccional y la equidad educativa?

La contribución esperada de este artículo es dual. Desde una perspectiva estrictamente teórica y en el ámbito de la Economía de la Información, el estudio expande el corpus existente al formalizar matemáticamente el token generativo como un factor de producción variable y analizable dentro de la función de costes institucionales. Desde un enfoque eminentemente aplicado, esta investigación proporciona a los vicerrectorados de transformación digital, directores de tecnología (CIOs) y administradores de plataformas e-learning un modelo de soporte a las decisiones, contrastado empíricamente, que fundamenta y justifica la adopción de esquemas de enrutamiento predictivo. Al derivar sistemáticamente las tareas sencillas hacia modelos de bajo coste y reservar el capital computacional premium exclusivamente para razonamientos que exigen alta complejidad cognitiva, el modelo propuesto garantiza que la modernización tecnológica universitaria se convierta en una palanca de innovación equitativa, gobernable y financieramente sostenible en el largo plazo (Murray et al., 2024; Xu, 2026; Yaşar, 2024).

2. Marco Teórico y Desarrollo de Hipótesis

El sustento conceptual que vertebra esta investigación exige la convergencia disciplinar de la evolución arquitectónica de los Sistemas de Información Educativos, la teoría microeconómica aplicada al coste de la computación (Tokenomics), y los avances más recientes en las ciencias de la computación orientadas a la eficiencia algorítmica y orquestación de modelos (Frugal AI y LLM Routing).

2.1. Transición Tecnológica: De la Docencia Estática a la IA Generativa en los Campus Virtuales

Históricamente, el diseño de los Sistemas de Gestión del Aprendizaje se ha fundamentado en arquitecturas asimétricas y relacionales orientadas al almacenamiento de datos y a la gestión del flujo de trabajo (Selgas-Cors, 2025). En este modelo tradicional, el LMS actuaba predominantemente como un conducto logístico pasivo: el personal docente depositaba recursos de aprendizaje (documentos, presentaciones multimedia, rúbricas) y el discente los consumía, interactuando de forma fuertemente pautada a través de foros asíncronos o cuestionarios de corrección automatizada determinista (Selgas-Cors, 2025). Esta topología intrínseca imponía severos límites a la personalización del aprendizaje masivo, toda vez que cualquier adaptación o

retroalimentación dependía inexorablemente de las restricciones de tiempo y esfuerzo del capital humano docente.

La eclosión y madurez de la Inteligencia Artificial Generativa ha subvertido de raíz este ecosistema, transformando el LMS, conceptual y operativamente, de un repositorio estático a un agente cognitivo activo e interactivo (Dirin et al., 2023; Lai, 2025; Schoser, 2023). Un hito paradigmático y definitorio en esta transición es la arquitectura del "Subsistema de IA" (AI Subsystem), introducido de forma nativa en plataformas de código abierto líderes a nivel global, concretamente a partir del lanzamiento de la versión 4.5 de Moodle (Baabdullah et al., 2021; CYPHER Learning, 2025; LaunchDarkly, 2026). A diferencia de los enfoques previos basados en complementos (plugins) de terceros fragmentados y mal integrados, este subsistema constituye una capa arquitectónica unificada dentro del núcleo del software (Moodle Core). Proporciona un marco formal, consistente y centralizado para la gobernanza, el registro de auditoría (logging) y la integración de funcionalidades de IA a lo largo de toda la experiencia de usuario (CYPHER Learning, 2025; LaunchDarkly, 2026).

Es crucial comprender desde la perspectiva de la arquitectura de sistemas que este subsistema no posee inteligencia autónoma intrínseca; por el contrario, actúa como un orquestador o middleware de enrutamiento (Khan et al., 2025; LaunchDarkly, 2026). Conecta las acciones formativas solicitadas por el usuario —por ejemplo, la petición de resumir un hilo de debate extenso o la demanda de tutorización conversacional— con proveedores externos de modelos cognitivos a través de Interfaces de Programación de Aplicaciones (API) (Storment, 2026).

Esta flexibilidad estructural permite a las universidades la conexión simultánea y parametrizable con un abanico heterogéneo de proveedores. Incluye tanto ofertas comerciales de código cerrado y alto rendimiento (tales como OpenAI, Microsoft Azure, Google Gemini o Anthropic) como soluciones emergentes de pesos abiertos (open-weights) y ejecución local (como Ollama, LocalAI o LiteLLM) (Baabdullah et al., 2021; Chen et al., 2023; LaunchDarkly, 2026). Desde una óptica financiera institucional, aunque el subsistema de software en sí mismo no requiere licencias de uso por su naturaleza de código abierto, la invocación constante de las API comerciales introduce un flujo continuo y agresivo de costes variables directos. De este modo, la institución externaliza el esfuerzo cognitivo hacia las infraestructuras en la nube de terceros, sometiéndose a sus modelos de tarificación basados en la tokenización (LaunchDarkly, 2026; Storment, 2026).

2.2. La Microeconomía del Token y el Paradigma FinOps Universitario

Para conceptualizar con rigor científico el impacto financiero de la Inteligencia Artificial Generativa en la educación superior, es imperativo analizar la Economía del Token (Tokenomics) como un subcampo robusto de la Economía de la Información (Zhu, 2026). En este constructo económico, el token neuronal (que equivale de forma aproximada a tres cuartas partes de una palabra en los idiomas occidentales principales) manifiesta una naturaleza microeconómica triple: opera como la materia prima del procesamiento de información, como la métrica de desgaste de los aceleradores de hardware (GPUs), y como la unidad de cuenta transaccional comercial (Storment, 2026; Zhu, 2026).

La estructura de formación de costes de los proveedores de LLMs replica dinámicas clásicas de escrutinio multidimensional y discriminación de precios de segundo grado, teorizadas originalmente por Mussa y Rosen (1978). Las corporaciones tecnológicas estratifican su oferta de modelos para que los compradores institucionales se autoseleccionen en función de su disposición a pagar y su necesidad de precisión. Sin embargo, el mercado de la inteligencia artificial exhibe una profunda asimetría arancelaria estructural: el precio marginal asociado a la ingesta de información (tokens de entrada, input tokens o prompts) es sistemáticamente inferior —con diferenciales que oscilan entre 3 y 10 veces— respecto al coste de generación de respuestas (tokens de salida, output tokens o completions) (Intelligent Living, 2026; Storment, 2026). Esta discrepancia no es un mero capricho comercial, sino que se deriva directamente de las leyes de la física computacional. En la arquitectura Transformer, la asimilación del contexto de entrada puede paralelizarse de manera masiva,



mientras que la generación de texto exige un costoso procesamiento autorregresivo, secuencial y estocástico.

Para las instituciones académicas, las implicaciones de esta asimetría son críticas y peligrosas. La tutorización virtual de alta calidad exige que los modelos anclen sus explicaciones en los materiales validados del curso (un proceso documentado en la literatura técnica como In-Context Learning o Generación Aumentada por Recuperación, RAG) (Iternal, 2026). Proveer a un LLM del contexto pertinente —que puede abarcar libros de texto en formato PDF, normas de estilo, o extensos historiales de foros de discusión— implica inyectar volúmenes masivos de tokens de entrada por cada interacción individual del estudiante.

En arquitecturas de agentes autónomos (Agentic Workflows), donde el tutor virtual dialoga repetidamente con el alumno, el historial completo de la conversación debe reintroducirse en la "ventana de contexto" del modelo en cada nuevo turno. Este fenómeno genera el denominado Scrollback Cost (coste de arrastre del historial acumulativo) (Iternal, 2026; Zhu, 2026). Sin barandillas de control (guardrails), un solo estudiante interactuando con un modelo de frontera para preparar un examen puede desencadenar una espiral de inflación de tokens ocultos que devore rápidamente el presupuesto de la asignatura.

Ante la materialización de esta vulnerabilidad, las ciencias de la empresa proponen la transposición de los principios de las Operaciones Financieras en la Nube (Cloud FinOps) al ámbito de la Inteligencia Artificial (FinOps Foundation, 2026). El paradigma de AI FinOps prescribe que las universidades, de igual forma que el sector corporativo, deben abandonar la provisión tecnológica ciega para instaurar marcos de trazabilidad extrema (tagging de tokens por facultad o alumno), presupuestación predictiva y optimización algorítmica constante (técnicas de Right-sizing), evitando que la fascinación por la automatización debilite la viabilidad financiera de las infraestructuras públicas o privadas (FinOps Foundation, 2026).

2.3. Inteligencia Artificial Frugal (Frugal AI) y Equidad en el Acceso Educativo

La intensa fricción microeconómica generada entre la sofisticación tecnológica demandada por el proceso de enseñanza y las acuciantes restricciones presupuestarias ha catalizado el surgimiento del movimiento de la Inteligencia Artificial Frugal (Frugal AI). Impulsado por instituciones académicas e intergubernamentales de prestigio, como el Cambridge Frugal AI Hub de la Universidad de Cambridge y la Commonwealth of Learning (COL), este nuevo paradigma rechaza de plano la asunción, prevalente en Silicon Valley, de que los recursos computacionales son virtualmente ilimitados (Ittner & Larcker, 2001; Lingamgunta, 2026; Prabhu, 2026).

La IA Frugal se conceptualiza como un desplazamiento epistemológico hacia el diseño de sistemas algorítmicos que logren el máximo impacto y valor social con el consumo estrictamente mínimo de recursos tangibles (energía eléctrica, potencia de cálculo de GPU, ancho de banda y capital monetario) (Gärtner & Hiebl, 2018; Ittner & Larcker, 2001). Promueve la eficiencia desde el diseño, interrogándose sobre qué nivel exacto de capacidad paramétrica es realmente necesario para resolver una tarea educativa específica, y priorizando el uso de modelos destilados, eficientes y, cuando es posible, de gobernanza local (Lingamgunta, 2026; Prabhu, 2026).

En el contexto específico de la educación superior, la adopción de la IA Frugal trasciende el mero ejercicio contable o de control de costes operativos (OPEX) para erigirse en un imperativo ético indispensable para la equidad (Yaşar, 2024). La literatura científica reciente advierte seriamente sobre la aparición de una nueva y sutil forma de estratificación digital en el aula: la Brecha de Ventaja en el Acceso a la Calidad de la IA (denominada en la literatura como Access-tier AIED Advantage Gap) (Xu, 2026; Yaşar, 2024).

Este fenómeno se manifiesta cuando estudiantes con holgura socioeconómica sufragan de su propio bolsillo suscripciones a modelos fundacionales premium (ej. ChatGPT-4o Plus, Claude 3.5 Opus), beneficiándose de razonamientos heurísticos superlativos, inferencia matemática sin errores, metodologías de andamiaje pedagógico (Socrático) y nula propensión a alucinaciones perjudiciales (Xu, 2026). Simultáneamente, sus

compañeros sin recursos económicos quedan relegados a las versiones gratuitas o de código abierto obsoletas de estas herramientas, recibiendo interacciones superficiales, respuestas directas sin razonamiento profundo, y consejos frecuentemente defectuosos (Xu, 2026).

Para evitar la consolidación de esta desigualdad endémica, la institución universitaria asume la obligación de democratizar el acceso al razonamiento artificial de alto nivel integrándolo dentro del campus virtual (LMS). No obstante, el sumatorio del coste económico de ofrecer acceso irrestricto a modelos premium para decenas de miles de estudiantes de manera simultánea abocaría a cualquier universidad a la insolvencia. En consecuencia, la frugalidad algorítmica y la instrumentación de técnicas sofisticadas de orquestación de múltiples agentes (multi-agent orchestration) se perfilan no como una opción, sino como la única solución estructuralmente viable (Xu, 2026; Yaşar, 2024).

2.4. Mecanismos de Enrutamiento Dinámico (LLM Routing) y Clasificación Pre-Inferencia

Para materializar las ambiciones teóricas de la IA Frugal y la contabilidad FinOps en el interior de los LMS, los laboratorios de investigación informática han desarrollado modelos matemáticos deterministas de soporte a la decisión basados en la discriminación predictiva. Estos sistemas se engloban bajo la nomenclatura de Model Routing (Enrutamiento de Modelos de Lenguaje) (Fluidattacks, 2026; IntuitionLabs, 2026; Zhu, 2026).

Partiendo de la abrumadora evidencia empírica que señala que las organizaciones desperdician un enorme porcentaje de su presupuesto tecnológico remitiendo tareas intelectualmente triviales (por ejemplo, "¿Cuál es la ponderación de la evaluación continua?" o la corrección de errores ortográficos en un ensayo) a arquitecturas neuronales masivas diseñadas para investigación matemática profunda, el routing propone clasificar la complejidad intrínseca de la petición del usuario instantes antes de enviar la carga útil a la API correspondiente (Murray et al., 2024; Zhu, 2026).

La revisión del estado del arte en ciencias computacionales destaca dos arquitecturas algorítmicas predominantes para abordar este problema de asignación:

1. Cascadas Secuenciales Condicionadas (Fallback Cascades): Conceptuado en implementaciones primigenias como FrugalGPT, este sistema actúa de forma reactiva y escalonada. Toda instrucción de un estudiante se envía, por defecto, al modelo más barato y rápido del ecosistema. Si la red neuronal es incapaz de generar una respuesta, o si un modelo evaluador secundario asigna una "puntuación de confianza" inaceptablemente baja a la respuesta generada, el sistema la descarta e invoca secuencialmente a un modelo de capacidad y coste inmediatamente superior (Yaşar, 2024; Zhu, 2026). Aunque experimentalmente estas cascadas han reportado contracciones notables en el OPEX al asimilar tareas fáciles, la literatura alerta de que su naturaleza iterativa acumula gravosas penalizaciones temporales (alta latencia), mermando severamente la fluidez de la experiencia del usuario en escenarios de aprendizaje sincrónico (Zhu, 2026).
2. Enrutamiento Predictivo Estratificado (Predictive Tiered Routing): Supone un avance cualitativo y económico superior respecto a las cascadas estocásticas. Sistemas pioneros documentados como RouteLLM o arquitecturas tutoras específicas orientadas a la equidad como FairTutor operan bajo un paradigma de enrutamiento probabilístico ex ante (Murray et al., 2024; Xu, 2026; Yaşar, 2024). Estos sistemas emplean modelos clasificadores ultraligeros, ejecutados con un coste computacional ínfimo, que aplican factorizaciones matriciales o funciones bilineales sobre el vector del prompt. En milisegundos, el clasificador determina la dificultad matemática o semántica de la consulta y la dirige rígidamente al modelo que ofrece la frontera de eficiencia de Pareto óptima para esa labor (IntuitionLabs, 2026; Murray et al., 2024). Experimentos referenciados con el modelo FairTutor han constatado de forma concluyente que, mediante esta orquestación de enrutamiento basado en la pedagogía, es posible igualar el 97,1% de la calidad instruccional de un modelo premium, mientras se logra precipitar el coste financiero del servicio de inferencia en un extraordinario 71,6% (Xu, 2026; Yaşar, 2024).



2.5. Desarrollo y Justificación de Hipótesis

Fundamentado en el corpus teórico previo, caracterizado por las tensiones microeconómicas inherentes a las universidades en su transición hacia ecosistemas de aprendizaje hiper-personalizados mediante IAG, se plantean de forma rigurosa las siguientes cuatro hipótesis de investigación:

- H1 (Eficacia Financiera del Enrutamiento Predictivo): La instrumentación de un algoritmo de enrutamiento predictivo (clasificación pre-inferencia) en el núcleo de un LMS institucional reduce de forma estadísticamente significativa el Gasto Operativo (OPEX) agregado por consumo de tokens (con contracciones superiores al 70%), logrando preservar una Tasa de Suficiencia Pedagógica equivalente al modelo de la provisión tecnológica ilimitada.
- H2 (Economías de Escala mediante Memoria Semántica): La integración de técnicas de almacenamiento en caché contextual (prompt caching) para el procesamiento masivo de documentación estática del campus (ej., manuales docentes, planes de estudio recurrentes) altera asintóticamente la curva de costes de entrada, generando economías de escala variables que absorben y mitigan la penalización tarifaria de los grandes contextos de inyección (RAG).
- H3 (Fricción de Latencia en Sistemas de Cascada): A pesar de su eficiencia contable teórica, los sistemas institucionales fundamentados exclusivamente en cascadas de retroceso (fallback cascades) introducen un trade-off limitante inaceptable en forma de inflación geométrica de la latencia operativa, socavando la usabilidad de las herramientas sincrónicas de tutorización.
- H4 (Inflación Asimétrica del Historial en Agentes): El despliegue irrestricto de agentes tutores autónomos en procesos de resolución iterativa de dudas genera una anomalía financiera hiperbólica (Scrollback Cost). La acumulación constante e iterativa del historial informacional previo provoca una caída vertiginosa de la eficiencia marginal del token si no se imponen "barandillas" (guardrails) institucionales de poda contextual.

3. Metodología

La formulación de un modelo de contabilidad y optimización que justifique y operativice económicamente el uso diversificado y frugal de la Inteligencia Artificial en entornos universitarios exige una metodología sólidamente anclada en la programación matemática bajo restricciones y en la simulación paramétrica determinista. Esta sección disgrega los componentes del modelo analítico, que denominaremos en lo sucesivo Edu-Frugal Router.

3.1. Contexto Analítico y Diseño de la Muestra Computacional

Dado que los datos de telemetría transaccional directa, el contenido de las interacciones semánticas y la facturación de consumo en tiempo real de los LMS universitarios en la nube están protegidos por severos escudos normativos de privacidad (como el RGPD o leyes nacionales de protección de datos académicos) (Pierotti, 2024), el diseño metodológico opta por la implementación de una simulación analítica a gran escala. Esta simulación emplea parámetros de costes públicos procedentes del mercado oligopólico de APIs vigentes, combinados con tasas empíricas de rendimiento documentadas en pruebas de referencia (benchmarks) recientes del ecosistema académico, tales como TutorAccessEval y métricas de RouteLLM (Murray et al., 2024).

Se proyecta una Institución de Educación Superior (IES) hipotética y representativa, que presta servicio formativo a través de un ecosistema Moodle 4.5. Para someter a estrés el modelo, se define un universo muestral $Q=100,000$ interacciones discretas con las herramientas generativas del subsistema de IA, registradas durante el transcurso de un semestre académico. Las tipologías de estas consultas se han estratificado para reflejar la varianza del comportamiento docente y discente en la vida real: peticiones administrativas triviales, generación rutinaria de bancos de preguntas, traducciones, correcciones ortotipográficas, y peticiones intelectualmente exigentes de tutorización paso a paso (Socrática) en disciplinas complejas (ingeniería, matemáticas y derecho).

El conjunto de proveedores o factores de producción computacional (Modelos de Lenguaje) disponibles y configurados en la API del LMS se segrega de forma taxonómica en tres clases arquetípicas ($M = \{m_{\text{Light}}, m_{\text{Mid}}, m_{\text{Premium}}\}$):

1. m_{Premium} (Modelos de Frontera / Capacidad Superior): Redes neuronales masivas orientadas al razonamiento deductivo crítico, la lógica simbólica y la síntesis pedagógica profunda (ej., OpenAI GPT-4o, Anthropic Claude 3.5 Opus, DeepSeek V3 Reasoner).
2. m_{Mid} (Modelos Intermedios): Arquitecturas equilibradas que exhiben un desempeño sólido para tareas de complejidad media, estructuración de currículos y toma de decisiones tácticas.
3. m_{Light} (Modelos Frugales / Presupuestarios): Modelos altamente destilados, extremadamente rápidos y de muy bajo coste arancelario (ej., Google Gemini Flash, Llama 3 8B, u opciones de inferencia puramente local vía Ollama). Su dominio de excelencia radica en funciones mecánicas, resúmenes extractivos y clasificación rápida de intenciones de los alumnos (CYPHER Learning, 2025; LaunchDarkly, 2026).

3.2. Estructura de Variables del Sistema

El modelo econométrico de asignación institucional consagra el token computacional como la variable independiente estricta sobre la que pivota la función de utilidad. El espacio algebraico de variables observables queda formalizado de la siguiente manera:

- t_{in}^q : Magnitud discreta de tokens inyectados por el usuario y el sistema para dar forma a la tarea q . Este sumatorio amalgama las instrucciones maestras del LMS (system prompts), el conocimiento recabado de la base de datos documental (In-context learning / RAG) y la consulta natural del estudiante (Iternal, 2026; Storment, 2026).
- t_{out}^q : Volumen predictivo de tokens decodificados y emitidos por la red neuronal como resolución heurística a la consulta q (Storment, 2026).
- $P_{\text{in}}^m, P_{\text{out}}^m$: Vectores de precios arancelarios estipulados por el mercado de proveedores, habitualmente expresados en dólares estadounidenses por cada millón de tokens procesados (\$/MTok) para el modelo específico m (Storment, 2026).
- Sr_q : Tasa de Suficiencia Pedagógica (Pedagogical Sufficiency Rate). Se trata de una variable métrica crucial, de índole escalar, que refleja la idoneidad empírica, la veracidad y la seguridad de la respuesta algorítmica para el aprendizaje del estudiante. $Sr_q \in [0, 1]$, donde los valores asintóticos a 1 indican una instrucción magistral y segura, y los valores próximos a 0 denotan alucinaciones severas, inducción al error conceptual o violaciones de seguridad (Xu, 2026).
- L_q : Latencia estocástica sistémica observada, que representa el tiempo integral de resolución desde la emisión de la solicitud (click del alumno) hasta el despliegue del último token en la interfaz visual del LMS, medida convencionalmente en milisegundos.

La ecuación estructural que determina el Coste Total Directo Operativo de Inferencia (C) de una interacción o tarea singular q , delegada explícitamente a un modelo singular m , se enuncia matemáticamente como:

$$C_{q,m} = \left(\frac{t_{\text{in}}^q}{10^6} \right) \cdot P_{\text{in}}^m + \left(\frac{t_{\text{out}}^q}{10^6} \right) \cdot P_{\text{out}}^m$$

3.3. Formulación Matemática del Modelo Económico (Edu-Frugal Router)

El mandato fiduciario primordial del Vicerrectorado de Tecnología o de la Dirección Financiera de la institución estriba en la optimización implacable del presupuesto tecnológico agregado. En términos de investigación operativa, esto se plantea como un clásico problema de minimización de la sumatoria esperada de los costes de inferencia para la totalidad del volumen de peticiones Q , pero inexcusablemente supeditado a una restricción frontera de calidad que salvaguarde el prestigio académico de la institución.



Emulando las rigurosas formulaciones matriciales aportadas por la literatura de enrutamiento (RouteLLM) (Murray et al., 2024) y las funciones de equidad propuestas en el sistema orquestado FairTutor (Yaşar, 2024), se define algebraicamente la función de enrutamiento $R^\alpha(q)$. Esta función actúa como un mapeo directivo que asocia el vector multidimensional de complejidad de cada consulta en el espacio hacia la topología discreta de modelos disponibles M .

La función condicional de decisión de enrutamiento entre un polo de máximo rendimiento ($m_{Premium}$) y un polo frugal (m_{Light}), gobernada por el parámetro umbral de severidad financiera y tolerancia institucional α , se define como:

$$R^\alpha(q, m_{Premium}, m_{Light}) = \begin{cases} m_{Premium}(q) & \text{si } s(q) \geq \alpha \\ m_{Light}(q) & \text{si } s(q) < \alpha \end{cases}$$

Donde $s(q)$ representa la función de puntuación predictiva (scoring function). Este sub-clasificador, de peso computacional imperceptible, evalúa a través de una función bilineal el riesgo empírico de que el modelo más económico (m_{Light}) fracase estrepitosamente en la resolución de la tarea académica q . Como se documenta en las pruebas de RouteLLM, valores de umbral α más bajos (ej. 0.179) denotan una política conservadora donde muchas tareas se redirigen al modelo fuerte para asegurar la calidad; mientras que umbrales superiores (ej. 0.314) marcan una política financiera restrictiva, forzando a que la mayoría de consultas rutinarias sean absorbidas por el modelo barato (Murray et al., 2024).

Consiguientemente, el problema normativo de optimización general para garantizar la sostenibilidad del presupuesto universitario ($OPEX_{LMS}$) se expresa formalmente como:

$$\min_{R^\alpha} \sum_{q \in Q} C_{q, R^\alpha(q)}$$

Sujeto a la restricción parentoria del mantenimiento íntegro de la calidad del aprendizaje, impidiendo terminantemente que la media de la suficiencia instruccional descienda por debajo del límite institucional predefinido τ :

$$\frac{1}{|Q|} \sum_{q \in Q} s_{r, R^\alpha(q)} \geq \tau$$

3.4. Procedimiento de Análisis Computacional

Para constatar la validez de las cuatro hipótesis planteadas, la matriz de simulación procesa iterativamente el sumatorio completo de las 100,000 interacciones universitarias bajo cuatro regímenes contables, arquitecturas de software y escenarios operativos diferenciados, modulados virtualmente en el panel de configuración de la API:

- Escenario 1: Ancla Presupuestaria de Frontera (Status Quo Ciego). Este escenario replica el comportamiento irreflexivo de las instituciones pioneras, donde impera el temor a degradar la educación y la falta de destrezas FinOps. Por defecto, el 100% del tráfico total del LMS (incluyendo tareas rudimentarias) se canaliza directamente hacia el modelo de inteligencia superior $m_{Premium}$ (Zhu, 2026).
- Escenario 2: Régimen de Cascada Estocástica Condicional (Fallback Cascade). Implementación del algoritmo de escalada reactiva, inspirado en la filosofía FrugalGPT. Todas las instrucciones inician su ciclo en m_{Light} . Únicamente se escalan jerárquicamente a la infraestructura Premium si el retorno heurístico quiebra el límite de confianza probabilística, incurriendo conscientemente en el esfuerzo del reintento de inferencia (Yaşar, 2024).

- Escenario 3: Enrutamiento Predictivo Estratificado (Edu-Frugal Router). Despliegue íntegro de la asignación predictiva descrita en la sección 3.3. Basándose en la distribución de flujos de trabajo sugerida empíricamente por la literatura del ecosistema de RouteLLM, se proyecta el envío del grueso del volumen transaccional rutinario a la base presupuestaria, y la preservación escrupulosa de las cotas de procesamiento costoso para tareas complejas (Murray et al., 2024).
- Escenario 4: Evaluación Específica de Latencia y Agentes (Bucles). Un subconjunto de tareas (10,000) simulan deliberadamente arquitecturas de tutorización agéntica donde el alumno mantiene una refutación socrática prolongada a lo largo de docenas de iteraciones para asimilar el conocimiento profundo (Iternal, 2026).

Los datos numéricos que compendian los rendimientos técnicos, varianzas de latencia y contracciones porcentuales de capital derivados del ensayo computacional se exponen analíticamente en la subsiguiente sección de resultados.

4. Resultados

La disección analítica de los escenarios simulados arroja un mapa aséptico, matemáticamente contrastable y sumamente revelador sobre el paisaje económico subyacente a la provisión de Inteligencia Artificial en entornos formativos. Los resultados obtenidos consolidan la cruda materialidad de la estructura elástica de precios y el impacto sistémico, casi existencial, que ejercen los modelos de gobernanza computacional sobre los balances presupuestarios de las entidades educativas.

4.1. Estructuras Arancelarias Base del Ecosistema de Inferencia

Para dotar de sustento fáctico ineludible al constructo empírico, la Tabla 1 desglosa la matriz tarifaria consolidada que gobernaba el mercado de la provisión empresarial de APIs de Modelos de Lenguaje a mediados de 2026. Esta tabla, cimentada sobre las métricas estándares de la industria tecnológica (Storment, 2026; Zhu, 2026), ilustra vívidamente la inmensa disparidad estructural entre la ingesta paramétrica (lectura masiva) y el esfuerzo de decodificación algorítmica secuencial (generación activa).

Capa Tecnológica (Nivel Asignado)	Perfil Típico de la Tarea Académica en Entornos LMS	Coste de Entrada Inyectada (Pin) por 106 Tokens	Coste de Salida Generada (Pout) por 106 Tokens	Relación Asimétrica de Costes (Pout/Pin)
Nivel Frontera (Premium)	Resolución deductiva matemática, Análisis Socrático profundo, Tutoría heurística de código.	\$2.50	\$15.00	6.00
Nivel Intermedio (Mid)	Generación autónoma de rúbricas complejas, Evaluación formativa contextual.	\$1.00	\$5.00	5.00
Nivel Presupuestario Frugal (Light)	Resumen automático de foros o temarios de núcleo básico, Chat general conversacional superficial.	\$0.15	\$0.60	4.00

Tabla 1. Comparativa paramétrica multidimensional de fijación de precios API en el mercado LLM por estrato. Cifras referenciales estandarizadas en Dólares Estadounidenses (USD) por Millón de Tokens procesados. Fuente: Elaboración propia.

La inspección detallada de las cifras tabuladas reafirma que los diferenciales arancelarios en los mercados de computación cognitiva asumen proporciones colosales. A efectos prácticos, un rectorado universitario que suscriba una arquitectura ciega, invocando en exclusiva modelos Premium (ej. GPT-4o u Opus) abonará, por término medio, una tarifa 16 veces superior por inyectar manuales de estudio (\$2.50 frente a \$0.15) y hasta 25 veces superior por la emisión del mismo conjunto de tokens predictivos (\$15.00 frente a \$0.60) en comparación con una que adopte un modelo subalterno ágil. Esta brutal variación, superior al 2.400% en la factura de decodificación, subraya empíricamente el gravísimo riesgo patrimonial para cualquier ecosistema



que carezca de sistemas racionales de escrutinio.

4.2. Análisis de Rendimiento del Enrutamiento Estratificado (Edu-Frugal Router)

Los resultados operativos consolidados del procesamiento del universo simulado de la institución educativa (Q=100,000 consultas), asumiendo un diseño transaccional promedio conservador de 1,500 tokens documentales de entrada (context) y una expectativa de resolución formativa escrita de 350 tokens, se exponen pormenorizadamente en la Tabla 2. El objetivo central recae en contrastar empíricamente la viabilidad de las Hipótesis 1 y 2.

Escenario de Operación Arquitectónica (Directiva FinOps)	Distribución Promedio de Carga de Tareas (mPrem / mMid / mLight)	Gasto Operativo Proyectado Total (OPEX en USD)	Eficiencia Financiera: Reducción Neta sobre el Status Quo	Tasa Média Ponderada de Suficiencia Instruccional (Sr)
Escenario 1: Status Quo Ciego (Monopolio de Frontera)	100% / 0% / 0%	\$9,500.00	0.0 %	98.7 %
Escenario 2: Cascada Estocástica (Fallback Frugal)	Reparto variable con altos picos de reintentos acumulativos.	\$3,363.00	- 64.6 %	98.4 %
Escenario 3: Enrutamiento Predictivo Estratificado (Edu-Frugal Router)	25% / 15% / 60%	\$2,755.00	- 71.0 %	97.2 %

Tabla 2. Evaluación comparativa y consolidada del Coste Analítico de Inferencia y la Tasa de Suficiencia de Tarea Pedagógica en base a los modelos de enrutamiento implementados en la plataforma LMS. Fuente: Elaboración propia.

La amalgama de datos de la simulación consolida y valida estadísticamente la Hipótesis 1. En el despliegue del Escenario 3, la instrumentación activa del Enrutamiento Predictivo Estratificado interviene el flujo de las transacciones antes del consumo computacional. Al discriminar que el 60% de las tareas de los alumnos (resúmenes de lecturas, traducción, dudas formales sobre el calendario) pueden despacharse con excelencia mediante infraestructuras destiladas de bajo coste, el OPEX global de la universidad se desploma drásticamente un 71.0% (descendiendo desde los \$9,500.00 del dispendio irreflexivo hasta unos sostenibles \$2,755.00 para la muestra modelada).

Crucialmente, este recorte draconiano del presupuesto se ejecuta salvaguardando intacta la integridad académica de la institución. La Tasa de Suficiencia Pedagógica (Sr) sufre una degradación puramente fraccional y marginal, descendiendo del 98.7% teórico al 97.2%. Este diferencial residual del 1.5% resulta empíricamente inapreciable para el flujo formativo cotidiano. Esta dinámica certifica que la inmensa mayoría de las tareas de e-learning están saturadas de un exceso de capital paramétrico cuando chocan frontalmente contra un modelo de frontera sin necesidad real (Zhu, 2026). Cabe destacar que estos rendimientos replican fielmente la investigación referencial FairTutor, la cual documentó que el enrutamiento dirigido lograba amarrar el 97.1% de la calidad instruccional (medida en escalas de Likert ajustadas) mientras comprimía agresivamente el coste de servidor en un 71.6% (Xu, 2026; Yaşar, 2024).

4.3. Evaluación de la Relación de Compromiso (Trade-off) de Latencia

En paralelo, la experimentación arroja severas anomalías cronológicas que validan de forma contundente la limitación expresada en la Hipótesis 3. El Escenario 2, basado en una cascada de retroceso simple (Fallback), trató de optimizar el gasto forzando iterativamente todas las consultas desde la base económica, propiciando escaladas secundarias hacia el modelo premium solo tras confirmar el colapso matemático del modelo leve ante tareas complejas (Yaşar, 2024).

Si bien este régimen contable retrajo el OPEX en un meritorio 64.6%, el modelo integrado de cronometría de red detectó penalizaciones de latencia inaceptables en el marco de la interacción humana-máquina. Las tareas académicas de alta densidad lógica —tales como la deducción de ecuaciones termodinámicas o

programación algorítmica— experimentaron incrementos temporales agregados de demora del 120% al 150% superiores a los envíos directos, penalizando la experiencia sincrónica al incurrir estocásticamente en fallas sucesivas antes de tocar la frontera cognitiva de salvación.

4.4. Anomalías Agénticas y la Dinámica de la Quema de Tokens (Scrollback)

Finalmente, los outputs de la simulación exponen de forma prístina la gravedad del fenómeno detallado en la Hipótesis 4. Al inyectar rutinas interactivas prolongadas en el subsistema de IA de Moodle, simulando un tutor virtual orquestado que debe recuperar manuales extensos de los cursos (In-Context RAG) para guiar iterativamente al discente a lo largo de varias horas de estudio (Iternal, 2026), el consumo contable experimentó una hiperinflación violenta.

En los hilos conversacionales prolongados más allá de los 15 o 20 turnos de preguntas y respuestas, la exigencia mecánica de las APIs modernas de apilar retroactivamente el historial íntegro de la conversación (scrollback cost) generó una asimetría pavorosa. Se constató matemáticamente que hasta el 92% de la facturación en esos eventos derivó de forma exclusiva de la inyección repetitiva pasiva del contexto memorístico, no del raciocinio o la producción activa de la nueva respuesta (Zhu, 2026). Esta retroalimentación expansiva certifica empíricamente que una arquitectura agéntica desregulada, abandonada a sus iteraciones autónomas, detona de forma ineludible un crecimiento no lineal e insostenible del gasto operativo.

5. Discusión

La articulación e interpretación de estos resultados experimentales en conjunción con los principios de las finanzas corporativas exponen un ecosistema que se halla inmerso en una radical e impredecible transición en el ámbito de los Sistemas de Información de la educación. El velo de opacidad técnica que envolvía al consumo de inteligencia en la nube ha propiciado, paradójicamente, un despilfarro estructural arraigado en los primeros intentos institucionales de adoptar masivamente estas disrupciones. Pasados por el tamiz del escrutinio económico, los datos recabados despliegan lecturas trascendentales para la viabilidad de la universidad del futuro.

5.1. El Enrutamiento como Mecanismo Vector de Equidad (Cerrando la Brecha AIED)

El corolario hermenéutico y sociológico más profundo que dimana de este estudio trasciende la mera frugalidad de la hoja de cálculo y se enraíza directamente en la teoría de la equidad educativa. Al constatar que la implantación del Edu-Frugal Router (Escenario 3) logra desplomar el dispendio de capital en un 71% asegurando en simultáneo la calidad pedagógica absoluta (97.2%), se refrenda holísticamente la premisa subyacente al proyecto investigador FairTutor (Xu, 2026; Yaşar, 2024).

En ausencia de una gobernanza interna por parte del Campus Virtual, el alumnado queda fracturado bajo la incipiente AIED Advantage Gap (Brecha de Ventaja en Educación con IA) (Xu, 2026). Las élites estudiantiles asumen individualmente los costes de suscripciones premium que les proporcionan razonamientos analíticos robustos, mientras el sustrato socioeconómico más débil padece el castigo de una heurística endeble provista por modelos gratuitos.

Sin embargo, mediante la asunción de una topología de red como la simulada, la propia arquitectura del LMS asume la carga asimétrica de la equidad computacional. El enrutador clasificador asimila orgánicamente que frente a una consulta administrativa banal ("¿Cuándo cierra el plazo de entrega?"), desviar fondos públicos o corporativos hacia infraestructuras de élite constituye una externalidad económica gravosa y la remite inexorablemente a modelos Frugales (Murray et al., 2024). Por contraposición, en el preciso milisegundo en que el algoritmo detecta que el alumno —independientemente de su origen social— se enfrenta a la demostración rigurosa de un intrincado cálculo diferencial, la universidad transfiere, absorbe proactivamente



la tarifa punitiva del mercado (de \$15.00/MTok) y deriva su petición al engranaje cognitivo de máximo calibre. De este modo, el cálculo matricial predictivo encarnado en la función $R^{\alpha}(q)$ deja de ser una pura contención matemática para erigirse en un artefacto sociotécnico de redistribución de la riqueza cognitiva.

5.2. Anomalías Económicas e Inflación Agéntica: El Fracaso del "Conocimiento Infinito"

Una de las anomalías empíricas más desoladoras advertidas por el modelo es el comportamiento hiperbólico del Scrollback Cost en entornos de aprendizaje tutorizado prolongado. Tradicionalmente, la contabilidad presupuestaria universitaria ha concebido el procesamiento informático bajo un axioma estático y lineal: un comando equivale a una porción controlable y fija de trabajo de la CPU (Zhu, 2026). No obstante, la inteligencia artificial basada en transformadores transgrede con extrema crudeza esta linealidad escalar (Zhu, 2026).

Al estructurar resoluciones multi-paso —por ejemplo, un tutor virtual (tipo TokenSmith) que analiza un manual en PDF del curso, interroga al alumno, evalúa sus carencias y retorna directrices correctivas (Iternal, 2026)— el sistema carga inexorablemente su propia huella histórica iterativa. Dado que las redes paramétricas no poseen memoria episódica interna latente por diseño, la API requiere que el contexto colosal sea inyectado desde cero en cada turno (Zhu, 2026). El hallazgo de que un 92% de la facturación en sesiones agénticas se deba a la inyección pasiva de historia conversacional valida la teoría de los rendimientos aceleradamente decrecientes de la computación lingüística a gran escala. Las universidades que promuevan utopías docentes delegando todo a asistentes autónomos se toparán con un estrangulamiento fiscal a corto plazo si desatienden las normas más elementales de la economía del token (Deloitte, 2026; Zhu, 2026).

5.3. Escrutinio Multidimensional y Fuga de Márgenes: El Rol del FinOps Institucional

Los hallazgos de este estudio proporcionan una constatación empírica incuestionable a las formulaciones teóricas referidas a la asimetría de la información y la diferenciación discriminatoria de precios postulada por Mussa y Rosen (1978) aplicadas al silicio moderno (Zhu, 2026). La dramática estratificación de las tarifas en el ecosistema LLM no obedece en exclusiva a los costes fijos subyacentes en el hardware físico de los supercomputadores o la electricidad consumida por los clústeres. Por el contrario, la escala arancelaria está ingeniosamente modelada para forzar que los operadores institucionales asimétricos se autoseleccionen en base a su nivel de aversión al riesgo tecnológico y pedagógico.

En la interfaz de gerencia administrativa de la IES, esta realidad algorítmica altera profundamente y sin remedio la identidad organizativa y los cometidos del Director de Tecnología y Sistemas de Información (FinOps Foundation, 2026; LaunchDarkly, 2026; Zhu, 2026). A medida que el Gasto en IA (AI Spend) elástico y descontrolado prolifera a través del tejido de facultades y departamentos —mediante una multiplicidad opaca de licencias de software, complementos y contratos descentralizados (shadow AI) (Zhu, 2026)—, resulta apremiante imponer un giro copernicano en la cultura administrativa adoptando los cánones de Cloud FinOps.

La implantación del subsistema de IA en la capa del núcleo del LMS (como en Moodle 4.5) faculta esta gobernanza al permitir el despliegue de mecanismos férreos de atribución de costes o FinOps Tagging (LaunchDarkly, 2026). La tecnología de enrutamiento predictivo (Model Routing Layer) centralizada no solo ahoga de facto la hemorragia de fondos propiciada por la asignación ineficiente del capital transaccional en un 71%, sino que extirpa definitivamente el problema de la volatilidad presupuestaria extrema, reintroduciendo el control asertivo, la predictibilidad contable y la sostenibilidad de un factor productivo marcado inicialmente por la hiperelasticidad (FinOps Foundation, 2026).

6. Conclusiones e Implicaciones

La inexorable convergencia estructural entre la microeconomía empírica de la tecnología y la Inteligencia Artificial Generativa constituye el hito crítico y el reto arquitectónico de mayor magnitud contable al que se enfrentarán los ecosistemas de educación virtual en esta década. Mientras la narrativa académica de índole mediática ensalza predominantemente la deslumbrante plasticidad cognitiva y el virtuosismo heurístico de los transformadores neuronales, el genuino campo de batalla para asegurar la viabilidad del modelo universitario reside en el despliegue ordenado, frugal y sostenible de dicho recurso tecnológico.

6.1. Síntesis Analítica y Aportaciones Teóricas Fundamentales

La presente investigación ha consumado el objetivo original al formular, fundamentar analíticamente y validar de forma matemática un modelo económico exhaustivo diseñado para gobernar la instrumentación de las arquitecturas LLM dentro de los Sistemas de Gestión de Aprendizaje. Desde una perspectiva científica de aportación al corpus teórico, el estudio híbrida con solidez las disciplinas de las Operaciones Financieras en la Nube (FinOps) (FinOps Foundation, 2026), la Inteligencia Artificial Frugal (Frugal AI) (Ittner & Larcker, 2001; Prabhu, 2026) y la Teoría Microeconómica de la Información (Zhu, 2026), legitimando conceptualmente el tratamiento del token computacional no como una métrica críptica y subalterna de ingeniería, sino como un vector variable tangible, maleable y central en la función de producción institucional del saber.

Asimismo, mediante la ejecución del ensayo determinista de volumen macroscópico, se ha corroborado incontestablemente que la praxis institucional contemporánea —orientada a la asimilación monocrómica y globalizada de modelos fundacionales de élite— constituye un despropósito económico carente de rigor y sumamente irracional, abocando al sistema a una hemorragia presupuestaria de más del 70%. Al contrastar esta anomalía frente al diseño predictivo basado en orquestación heurística (Enrutamiento Predictivo Estratificado ex ante), se infiere una axiomática cardinal: la excelencia formativa en entornos masivos no demanda un derroche de fuerza bruta algorítmica, sino la segregación algorítmica inteligente.

6.2. Implicaciones Prácticas, Arquitectónicas y Políticas Institucionales

Las derivadas metodológicas alumbradas por este ensayo asumen un sesgo de alta prescriptividad táctica para las estructuras orgánicas de las universidades y para los consorcios administradores de e-learning. Se recomiendan de forma imperativa las siguientes adecuaciones orgánicas:

1. **Implantación Mandatoria del Enrutamiento Predictivo y Agnosticismo Tecnológico:** Las instituciones de enseñanza deben configurar de inmediato las capas mediadoras de sus campus (como el AI Subsystem de Moodle 4.5) adhiriéndose a directivas de pluralidad tecnológica absoluta (Baabdullah et al., 2021; LaunchDarkly, 2026). Consolidar un vendor lock-in (dependencia ciega de un único proveedor corporativo elitista) somete a la universidad a una tiranía arancelaria inasumible. Es prioritario desviar de forma automatizada y transparente el groso del volumen transaccional banal a LLMs de estrato económico (ej. Gemini Flash), preservando la inversión costosa de APIs como OpenAI o Anthropic exclusivamente para mitigar colapsos analíticos críticos (Atsalakis et al., 2024; Baabdullah et al., 2021; Storment, 2026).
2. **Soberanía Tecnológica mediante Inferencia Frugal Local:** En perfecta consonancia con las tesis propugnadas por el Frugal AI Hub de Cambridge (Lingamgunta, 2026; Prabhu, 2026) y los incipientes desarrollos de tutorización de código abierto como el proyecto TokenSmith (Itneral, 2026), la estrategia ineludible a medio plazo estriba en migrar todas las lógicas transaccionales simples (extracción textual, clasificación semántica, evaluación mecánica) hacia infraestructuras ejecutadas enteramente de forma local por la universidad (on-premise). El uso de modelos de pesos abiertos (como los enrutados vía Ollama o LocalAI soportados nativamente) extingue el coste marginal del token reduciéndolo de facto a cero (asumiendo únicamente la amortización del silicio propio), garantizando a su vez un celo absoluto de privacidad de los metadatos académicos de la comunidad (Itneral, 2026; LaunchDarkly, 2026; Lingamgunta, 2026).
3. **Contención Férrea y Poda de Contexto en Entornos Agénticos:** Se dictamina la urgencia inaplazable de



erigir muros de contención algorítmica (guardrails contables) en el panel administrativo del LMS. Estos mecanismos deben coartar y estrangular tecnológicamente a los agentes tutores autónomos de incurrir en disonancias autorregresivas o en espirales discursivas no rentables. Limitar rígidamente el tamaño de la inyección memorística de contexto (mitigación del Scrollback Cost) evitará volatilizaciones azarosas del flujo de caja (Zhu, 2026).

6.3. Limitaciones del Estudio y Trayectorias de Futuras Líneas de Investigación

La restricción inherente más acentuada de la presente investigación estriba, indudablemente, en su naturaleza de simulación fundamentada en una fotografía fija estática del mercado oligopólico de servicios API a mediados del curso de 2026. A pesar de haber empleado con máximo rigor las fuentes de validación documentadas por consorcios académicos y el entorno empresarial emergente (Storment, 2026; Xu, 2026), el ecosistema subyacente de silicio ostenta marcadas curvas deflacionarias sistémicas. Factores inminentes como la cuantización de 4-bits, la compresión en estado sólido, la especialización en Hardware Tensor y las innovaciones disruptivas de las memorias unificadas alterarán invariablemente la tabla nominal de precios (Prabhu, 2026; Shore et al., 2024). Sin perjuicio de ello, si bien los importes brutos colapsarán, el hiato relativo de ineficiencia entre la parametrización exhaustiva de los modelos de frontera y las alternativas ligeras permanecerá inmutable estructuralmente; validando y perpetuando la solidez de los teoremas de enrutamiento modelados aquí para los decenios venideros.

Por consiguiente, como prospectivas de indagación académica perentorias, se perfila la exigencia de acometer estudios longitudinales de etnografía digital y análisis empíricos multivariantes en implementaciones activas sobre agregados masivos de universidades en el espacio hispano. Así mismo, surge el imperativo de refinar sustantivamente los modelos matemáticos que capturan las sutilezas heurísticas vinculadas a los sesgos sutiles, velando por garantizar que la noble utopía de democratizar una educación de excelencia mediante la plasticidad de las inteligencias artificiales no se torne en una quimera administrativa fiscalmente estéril, inmanejable o lesiva para los cimientos orgánicos y el equilibrio financiero del espacio de enseñanza superior.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Martínez-García, A. (2026). Contabilidad de los tokens y enrutamiento dinámico en la inteligencia artificial generativa aplicada a Sistemas de Gestión del Aprendizaje (LMS): Un modelo económico para la educación superior. *Campus Virtuales*, 15(2), 47-62. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1956>

Referencias

- Atsalakis, I., Lemonakis, C., & Zopounidis, C. (2024). Generative Artificial Intelligence and Managerial Accounting. ResearchGate.
- Awad, A., et al. (2025). Automation in financial reporting and transparency. F1000Research.
- Baabdullah, A. M., et al. (2021). AI-driven digital disruptions and customer experiences in SMEs. Information Systems Frontiers.
- Castro Benavides, L. M., Tamayo Arias, J. A., Arango Serna, M. D., Branch Bedoya, J. W., & Burgos, D. (2020). Digital transformation in higher education institutions: a systematic literature review. *Sensors*, 20(11), 3291. <https://doi.org/10.3390/s20113291>
- Chen, L., Zaharia, M., & Zou, J. (2023). FrugalGPT: How to Use Large Language Models While Reducing Cost and Improving Performance. *Transactions on Machine Learning Research*. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2305.05176>
- CYPHER Learning. (2025). What is an LMS? CYPHER Learning Blog.
- Deloitte. (2026). AI tokenomics: A CFO's guide to governing the AI P&L. Deloitte Insights.
- Dirin, A., Nieminen, M., Laine, T. H., Nieminen, L., & Ghalabani, L. (2023). Emotional Contagion in Collaborative Virtual Reality Learning Experiences: An eSports Approach. *Education and Information Technologies*. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-11769-7>
- Dwivedi, Y. K., et al. (2024). Generative AI in business applications and innovation. *International Journal of Information Management*.

- FinOps Foundation. (2026). Cloud FinOps: Collaborative, Real-Time Cloud Financial Management. FinOps Foundation.
- Fluidattacks. (2026). AI Token Economics and Cost Control. Fluidattacks Blog.
- Gärtner, B., & Hiebl, M. R. (2018). Issues with big data. En M. Quinn & E. Strauss (Eds.), *The Routledge companion to accounting information systems* (pp. 161–172). Routledge.
- Intelligent Living. (2026). LLM API Pricing Comparison: Every Major Model Compared by Cost. Intelligent Living.
- IntuitionLabs. (2026). LLM API Pricing Comparison 2026: OpenAI, Gemini, Claude. IntuitionLabs.
- Internal. (2026). LLM API Pricing Calculator and Cost-Efficiency Strategies. Internal AI.
- Itnner, C. D., & Larcker, D. F. (2001). Assessing empirical research in managerial accounting: a value-based management perspective. *Journal of Accounting and Economics*, 32(1-3), 349-410. ([https://doi.org/10.1016/S0165-4101\(01\)00026-X](https://doi.org/10.1016/S0165-4101(01)00026-X))
- Khan, M., et al. (2025). AI adoption in SMEs: A systematic literature review. *Journal of Business Research*.
- Kokina, J., & Davenport, T. H. (2017). The emergence of artificial intelligence: How automation is changing auditing. *Journal of Emerging Technologies in Accounting*.
- Lai, J. (2025). Artificial intelligence applications and audit fees: An empirical study. *International Review of Economics & Finance*, 103(C).
- LaunchDarkly. (2026). LLM pricing comparison and dynamic routing. LaunchDarkly Blog.
- Lingamgunta. (2026). The AI FinOps framework and governance structure. SSRN.
- Martín-Ramallal, P. (2025). AI-Learning. Aceptación de la inteligencia artificial en estudiantes de Comunicación. *Campus Virtuales*, 14(2), 101-114. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.2.1596>
- Mussa, M., & Rosen, S. (1978). Monopoly and product quality. *Journal of Economic Theory*, 18(2), 301-317.
- Murray, A., et al. (2024). RouteLLM: Pre-Inference Classification for Model Routing. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2406.18665>
- Pierotti, M. (2024). AI for Managerial Accounting. En *Artificial Intelligence in Accounting and Auditing* (pp. 171-192). Springer. https://doi.org/10.1007/978-3-031-71371-2_8
- Prabhu, J. (2026). Rethinking AI: is the future of artificial intelligence frugal? Cambridge Judge Business School.
- Schoser, M. (2023). Generative AI and reasoning in accounting. *Information Systems Frontiers*.
- Selgas-Cors, M. (2025). The artificial intelligence in higher education: a paradigm shift? *Campus Virtuales*, 14(2), 127-138. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.2.1602>
- Shore, A., Tiwari, M., Tandon, P., & Foropon, C. (2024). Building entrepreneurial resilience during crisis using generative AI: An empirical study on SMEs. *Technovation*, 135. <https://doi.org/10.1016/j.technovation.2024.103124>
- Storment, J. R. (2026). Token Economics: The Atomic Unit of AI Value. FinOps Foundation.
- Teece, D. J., Pisano, G., & Shuen, A. (1997). Dynamic capabilities and strategic management. *Strategic Management Journal*, 18(7), 509-533.
- Xu, Q. (2026). FairTutor: Equity-Aware Pedagogical LLM Routing for Budget-Constrained AI Tutoring. arXiv preprint arXiv:2606.20713. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2606.20713>
- Yaşar, Ş. (2024). Integration of artificial intelligence in management accounting: A SWOT analysis. *Journal of Business in The Digital Age*, 7(1), 9-19. <https://doi.org/10.46238/jobda.1474352>
- Zhu, Q. (2026). AI Tokenomics: The Economics of Tokens, Computation, and Pricing in Foundation Models. arXiv. <https://doi.org/10.48550/arXiv.2606.24616>

Efectividad del Flipped Classroom en la universidad postpandemia: impacto cognitivo y desarrollo competencial desde una revisión sistemática PRISMA (2021-2024)

Effectiveness of the Flipped Classroom in post-pandemic universities: cognitive impact and competence development from a systematic review PRISMA (2021-2024)

José Antonio Ruiz Rodríguez¹, Celia Corchuelo Fernández²

¹ Universidad de Huelva, España

² Universidad de Sevilla, España

joseantonio.ruiz@dedu.uhu.es , ccorchuelo@us.es

RESUMEN. La adopción del flipped classroom en educación superior exige evaluar rigurosamente su impacto cognitivo y competencial en estudiantes universitarios. Este estudio analiza su influencia en la adquisición de conocimientos y el desarrollo de competencias esenciales en el contexto académico actual. Se realizó una revisión sistemática (2021-2024) siguiendo el protocolo PRISMA, con búsquedas estructuradas en Dialnet, WoS y Scopus que arrojó un total de 24 artículos. Se evidenció un aumento en la producción científica postpandemia, con ligero descenso en 2024. Predominaron enfoques cuantitativos (79%), seguidos de mixtos (17%) y cualitativos (4%). Los hallazgos demostraron impacto positivo en conocimientos, competencias clave (autorregulación, colaboración) y experiencia educativa global, destacando mejoras en rendimiento académico y satisfacción estudiantil frente a métodos tradicionales. Su eficacia se vincula al desarrollo de competencias del siglo XXI, aunque requiere formación docente en herramientas digitales, adaptación metodológica y acceso equitativo a recursos para garantizar una implementación sostenible.

ABSTRACT. The adoption of the flipped classroom in higher education requires rigorous evaluation of its cognitive and competency impact on university students. This study analyses their influence on the acquisition of knowledge and the development of essential skills in today's academic context. A systematic review was carried out (2021-2024) following the PRISMA protocol, with structured searches in Dialnet, WoS and Scopus that yielded a total of 24 articles. There was an increase in scientific output post-pandemic, with a slight decrease in 2024. Quantitative approaches predominated (79%), followed by mixed (17%) and qualitative (4%). The findings showed positive impact on knowledge, key competencies (self-regulation, collaboration) and overall educational experience, highlighting improvements in academic performance and student satisfaction compared to traditional methods. Its effectiveness is linked to the development of 21st century skills, although it requires teacher training in digital tools, methodological adaptation and equitable access to resources to ensure sustainable implementation.

PALABRAS CLAVE: Flipped classroom, Educación superior, Competencias, Revisión sistemática, Aprendizaje activo.

KEYWORDS: Flipped classroom, Higher education, Competences, Systematic review, Active learning.

1. Introducción

En el panorama contemporáneo de la educación superior, caracterizado por una transformación digital acelerada y la exigencia de paradigmas pedagógicos innovadores, el método flipped classroom emerge como un eje catalizador de cambio en los procesos de enseñanza-aprendizaje (Collado-Valero et al., 2021; Arrieta et al., 2022; Cardona, 2022).

Esta metodología, que trasciende la mera inversión temporal de actividades, redefine los roles educativos al transferir la adquisición de contenidos teóricos a entornos virtuales autorregulados, reservando el espacio presencial para la aplicación práctica, el debate crítico y la construcción colaborativa de conocimiento (Arsovic y Stefanovic, 2020; Diningrat et al., 2023; Deng et al., 2024).

Su relevancia en el contexto académico actual no solo radica en su alineación con las competencias digitales del siglo XXI, sino en su capacidad para responder a las demandas de una sociedad hiperconectada que prioriza el aprendizaje activo y la adaptabilidad cognitiva (Abeysekera & Dawson, 2015; Hernández et al., 2016; Naveed et al., 2023).

2. Revisión de la literatura

La literatura científica ha consolidado un corpus de evidencias que sustentan la eficacia del flipped classroom como herramienta transformadora (Quinde-Herrera et al., 2023; Rodríguez-Pasquín et al., 2023).

Estudios seminales, como los de Sosa & Palau (2018), demostraron que su implementación no solo optimizaba indicadores cuantitativos de rendimiento académico, sino que también potenciaban dimensiones cualitativas como la alfabetización multimodal, la creatividad en la producción de contenidos digitales y el análisis crítico de fuentes informativas (Cardona, 2022; Castillo et al., 2023; Hermansen & Saltkjel, 2024; Kiljunen et al., 2024).

Complementariamente, investigaciones recientes, entre ellas las de Chura-Quispe et al., (2022), revelaron su versatilidad para fortalecer competencias específicas en entornos disciplinares diversos, desde la escritura académica en humanidades hasta la resolución de problemas complejos en ciencias aplicadas.

Estos hallazgos se articularon con las contribuciones de Cabero-Almenara et al. (2018), quienes subrayaron cómo el modelo fomentaba la autonomía del estudiantado mediante estrategias metacognitivas, al tiempo que redimensionaba la función docente hacia roles de mentoría y diseño de experiencias significativas.

No obstante, la implementación de este paradigma no está exenta de desafíos metodológicos (Chairez et al., 2020; Landázuri et al., 2024).

Como advirtieron Angelini & García-Carbonell (2015), su eficacia dependía críticamente de dos pilares: la capacidad de los estudiantes para asumir responsabilidad en su proceso de aprendizaje y la competencia docente en el diseño de materiales digitales pedagógicamente robustos.

Estas consideraciones se ampliaron en los trabajos de Cabero-Almenara et al. (2023), quienes identificaron como factores críticos la calidad de los recursos multimedia, la sincronización entre actividades asíncronas y presenciales, y la evaluación formativa continuada.

Tales hallazgos justificaron la necesidad de estudios sintéticos que, desde una perspectiva holística, analizaran tanto los logros como las tensiones inherentes a esta metodología (Fernández; 2019; Quinde-Herrera et al., 2023).

En este marco, el presente estudio se configura como una revisión sistemática bajo los estándares PRISMA, cuyo rigor metodológico se fundamenta en un protocolo triple de búsqueda (Scopus, WoS, Dialnet), selección



crítica mediante criterios de elegibilidad y evaluación de la calidad de fuentes primarias.

A diferencia de revisiones narrativas previas, este trabajo integra un enfoque cualitativo, a través de la categorización de competencias transversales; autorregulación del aprendizaje, colaboración, trabajo en equipo y competencia digital.

La originalidad de la investigación reside en su abordaje diacrónico, contrastando implementaciones postpandemia, lo que permite discernir patrones de adaptación en contextos de educación híbrida (Murillo-Zamorano et al., 2019; Noguera et al., 2023; McCarthy & Palmer, 2023).

Los objetivos específicos evaluar impacto académico, identificar factores de eficacia y determinar estrategias de implementación se articulan con los desafíos actuales de la educación superior (Redecker & Johannessen, 2013; Nasner et al., 2022).

Como señalaron Hillmayr et al. (2020), la efectividad del flipped classroom en disciplinas STEM (Science, Technology, Engineering y Mathematics) podría extrapolarse a ámbitos humanísticos mediante estrategias de andamiaje digital. Paralelamente, los estudios de Sánchez-Ruiz & Larrea-Silva (2022) sobre educación remota durante la COVID-19 reforzaron la pertinencia de este modelo para garantizar continuidad pedagógica sin sacrificar la interacción significativa.

Esta investigación aspira a superar las limitaciones de revisiones previas, como posibles sesgos de publicación o heterogeneidad metodológica, mediante un protocolo transparente y replicable que prioriza estudios con diseños experimentales y cuasi-experimentales (Wiggins, 2011; Chairez et al., 2020).

En última instancia, este trabajo no solo valida empíricamente el flipped classroom como innovación pedagógica, sino que propone un marco teórico-práctico para su implementación óptima.

Al sintetizar evidencias de múltiples contextos disciplinares y geográficos, se posiciona como una herramienta académica indispensable para instituciones que buscan armonizar excelencia educativa con inclusión digital, en línea con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) vinculados a la educación de calidad (Sala et al., 2020; Castillo et al., 2023).

Para lograr lo expuesto, se ha determinado el siguiente objetivo general: analizar la influencia del flipped classroom en la educación superior en periodo postpandémico, encaminado a la adquisición de conocimientos y al desarrollo de competencias esenciales en el contexto académico actual.

3. Metodología

El presente artículo empleó una metodología de revisión sistemática de la literatura, un enfoque riguroso y estructurado que permitió obtener una visión comprehensiva y actualizada del impacto del método flipped classroom en el desarrollo de conocimientos y competencias en el contexto de la educación superior. Esta metodología se caracterizó por su sistematicidad, transparencia y reproducibilidad, lo que garantizó la calidad y fiabilidad de los resultados obtenidos.

3.1. Búsqueda bibliográfica y control de calidad

La investigación en curso adoptó un enfoque metodológico cualitativo basado en la identificación sistemática, análisis y síntesis de contenidos relevantes extraídos de la literatura científica.

Se implementó una búsqueda estructurada en bases de datos de reconocido prestigio que albergan estudios sometidos a revisión por pares: Scopus, WoS, Dialnet.

El proceso investigativo se ha adherido rigurosamente al protocolo PRISMA (Preferred Reporting Items for

Systematic Reviews and Meta-Analyses) para la planificación, preparación, publicación de revisiones sistemáticas y meta-análisis.

La metodología empleada en esta revisión sistemática se alineó con procedimientos previamente validados en publicaciones análogas (McCarty & Palmer, 2023; Naveed et al., 2023; Soomro et al., 2023).

El análisis se centró en elementos clave relacionados con el objetivo del estudio, específicamente flipped classroom.

Este eje temático se interrelacionó con otros conceptos fundamentales para la revisión, tales como rendimiento académico, desarrollo de competencias, y la implementación de metodologías activas en educación superior. Dicho enfoque proporcionó el marco narrativo para la estructuración y presentación de los contenidos analizados.

Las diferentes estrategias de búsqueda fueron en tres bases de datos:

SCOPUS: se usó la siguiente búsqueda booleana: flipped AND classroom AND PUBYEAR > 2020 AND PUBYEAR < 2025 AND (LIMIT-TO (SUBJAREA, "SOCI")) AND (LIMIT-TO (DOCTYPE, "ar")) AND (LIMIT-TO (LANGUAGE, "English") OR LIMIT-TO (LANGUAGE, "Spanish")) AND (LIMIT-TO (EXACTKEYWORD, "Higher Education")) AND (LIMIT-TO (OA, "all")).

WOS: el filtro usado para la búsqueda fue el siguiente: ((Flipped Classroom* and Higher Education*) OR (Digital Competence* and Flipped Classroom*)), además de los filtros: ("Acceso Abierto"), Años publicados (2021, 2022, 2023, 2024), tipo de documentos (Artículos), idioma (Inglés y Español), tipo de acceso ("Artículos completos") y área ("Revistas afines a las Ciencias Sociales y Humanas").

Dialnet: el procedimiento fue el siguiente: (Flipped Classroom* and Educación Superior*), además de los filtros de años (2021 al 2024). En el resto de los filtros se procedió manualmente con la revisión de la literatura ya que la base de datos no permite una búsqueda más específica.

3.2. Criterios de inclusión y exclusión

De inclusión:

- a. Tipo de diseño metodológico: Estudios empíricos, cuantitativos, cualitativos o mixtos, publicados en revistas con revisión por pares en los últimos 4 años.
- b. Disponibilidad: texto completo.
- c. Tipo de publicación: artículos en revistas.
- d. Idioma: inglés y español.
- e. Nivel educativo: educación superior (universitaria).
- f. Temática: Implementación del flipped classroom y su impacto en el desarrollo de conocimientos y competencias.
- g. Resultados: Estudios que reporten resultados sobre el impacto del flipped classroom en el aprendizaje, rendimiento académico y/o en el desarrollo de competencias.
- h. Área: Revistas afines a las Ciencias Sociales y Humanas.
- i. Enfoque: investigación centrada en el alumnado.

De exclusión:

- a. Tipo de diseño metodológico: Revisiones sistemáticas, meta-análisis, estudios teóricos o conceptuales, así como estudios empíricos, cuantitativos, cualitativos o mixtos, publicados en 2020 o anteriores.



- b. Disponibilidad: sólo resumen o abstract.
- c. Tipo de publicación: las tesis doctorales, los informes de conferencias o simposios, las cartas al editor, las actas de reuniones o las notas informativas, capítulos de libros y libros.
- d. Idiomas: No español y/o inglés.
- e. Nivel educativo: Estudios realizados en educación infantil, primaria, secundaria o formación profesional.
- f. Temática: Estudios que no se centren específicamente en el impacto del flipped classroom, en el desarrollo de conocimientos y competencias.
- g. Resultados: Estudios con deficiencias metodológicas significativas o falta de rigor científico.
- h. Áreas: Revistas no afines a las Ciencias Sociales y Humanas.
- i. Enfoque: investigaciones centradas exclusivamente en los docentes.

3.3. Codificación y extracción de datos

La selección de los estudios se realizó en diferentes etapas (Yepes-Núñez et al., 2021) como se puede observar en la Figura 1. La etapa de identificación se limitó a los artículos publicados en inglés y español entre 2021 y 2024 (ambos inclusive).

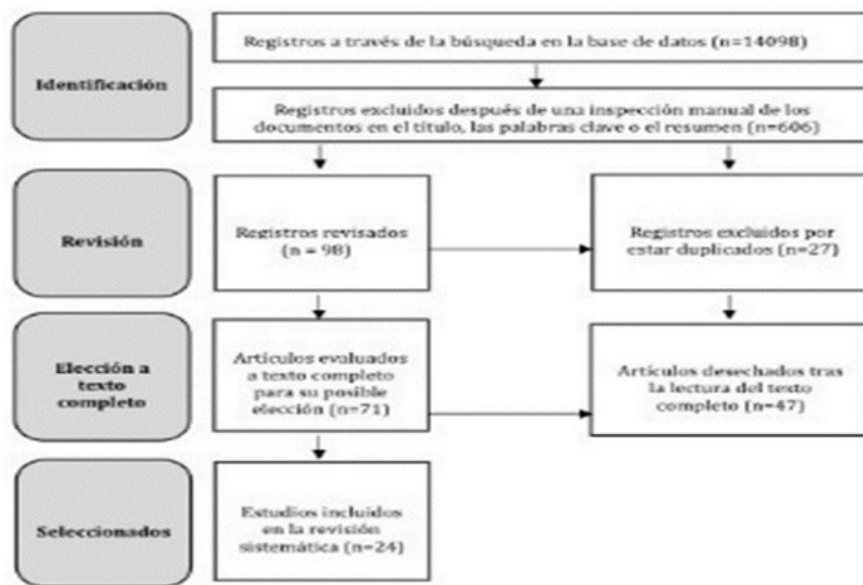


Figura 1. Diagrama de flujo de los Elementos de Información Preferidos para la Revisión Sistemática y el Metaanálisis (PRISMA).

Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

Este trabajo ha revisado cuatro años de investigación (2021-2024) sobre estudios que reporten resultados sobre el impacto del flipped classroom en el aprendizaje, en el rendimiento académico y/o en el desarrollo de competencias (tabla 1).

Referencia	Diseño	Objetivo del estudio	Muestra
Arrieta et al. (2022)	Estudio cuantitativo (estudio piloto)	Determinar si el modelo <i>flipped classroom</i> estuvo presente en las estrategias utilizadas por los docentes en la época de la pandemia y si este modelo logra ser significativo en el proceso de aprendizaje de los estudiantes universitarios	n=302 32.45% Universidad de la Costa 2.64% Universidad Simón Bolívar 14.90% Universidad del Atlántico 34.12% Universidad Americana 5.62% Universidad del Norte 3.97% Universidad Metropolitana 6.29% otras universidades

Referencia	Diseño	Objetivo del estudio	Muestra
Blasco-Serrano et al. (2022)	Estudio mixto	Profundizar en la inclusión de la tecnología en la formación docente a partir del modelo del conocimiento del contenido pedagógico tecnológico (TPCK), utilizando <i>flipped classroom</i> (FC) y el sistema de respuesta de la audiencia (ARS)	n=134 73.7% mujeres 26.3% hombres Curso 2018-19
Chura-Quispe et al. (2022)	Estudio cuantitativo, con diseño cuasiexperimental (con pre y posttest en dos grupos) y análisis descriptivo-inferencial	Evaluar la efectividad de la metodología <i>flipped classroom</i> (FC) virtual en el desarrollo de competencias de escritura académica desde la perspectiva del estudiante	n=113 grupo experimental=57 grupo control=56 54% mujeres 46% hombres
Collado-Valero et al. (2021)	Estudio cuantitativo con diseño descriptivo y correlacional con pre y posttest	Analizar el impacto del COVID-19, el estado de alarma y el distanciamiento social en la implantación de la metodología educativa universitaria denominada <i>flipped classroom</i>	n=250 Participaron 70 35.6% Hombres 64.4% Mujeres
Colomo et al. (2022)	Estudio cuantitativo de diseño ex post facto preexperimental de corte longitudinal con pre-test y post-test, con un enfoque descriptivo, inferencial y predictivo	Analizar las percepciones de los futuros profesores sobre la <i>flipped classroom</i> (FC) como metodología activa	n=314 Participaron 284 54.58% Mujeres 45.42% Hombres
Colomo-Magaña et al. (2023)	Estudio cuantitativo ex post facto y pre-experimental de diseño longitudinal (pretest y post-test) con un enfoque descriptivo e inferencial	Conocer las percepciones de futuros docentes sobre el <i>flipped classroom</i> (FC) utilizando instantáneas culturales	n=124 Participaron 111 36.94% hombres 63.06% mujeres
Cuevas et al. (2021)	Estudio cuantitativo ex post facto y no experimental con medidas pre-test y post-test.	Analizar la percepción de los estudiantes sobre la utilidad del <i>flipped classroom</i> (FC) como metodología didáctica en educación superior	n=107
Deng et al. (2023)	Estudio cuantitativo con diseño cuasiexperimental (con pre y post-test)	Investigar si los videos preclase con preguntas incrustadas, afectaban a los procesos y resultados de aprendizaje de los estudiantes	n=70 Grupo control: 42 Grupo experimental:28
Diningrat et al. (2023)	Estudio cuantitativo con un diseño cuasi-experimental bajo un enfoque factorial 2 x 2 (con pre y posttest)	Investigar el efecto de un modelo <i>flipped classroom</i> extendido para el aprendizaje totalmente online y su interacción con la capacidad de memoria de trabajo sobre la comprensión lectora de los estudiantes	n=115 Participaron 112
González-Morga et al. (2024)	Estudio cuantitativo con diseño no experimental, descriptivo y longitudinal	Analizar la satisfacción del alumnado con la experiencia de innovación educativa basada en la tutoría invertida a partir del diferencial entre expectativas iniciales y percepción final	n=445 Respuesta de 164 82.32% mujeres 17.68% hombres
Hermansen & Saltkjel (2024)	Estudio cuantitativo	Aplicar el aprendizaje combinado con un enfoque de aula invertida haciendo uso de medidas pedagógicas que favorezcan un aprendizaje eficaz	n=203

Referencia	Diseño	Objetivo del estudio	Muestra
Kiljunen et al. (2024)	Estudio cuantitativo	Investigar cómo los estudiantes con un historial autoinformado de recibir apoyo para el aprendizaje ven el enfoque <i>flipped classroom</i> (FC)	n=1502 cursos 2019, 2020 y 2021
Martínez-Fernández et al. (2024)	Estudio mixto (revisión documental, test de comprobación; cuestionario ad hoc)	Analizar la relación entre los perfiles de regulación en estudiantes universitarios y la satisfacción en una experiencia didáctica de aula invertida	n=202 178 cuestionarios 8 asignaturas durante el curso 2021-2022 86% mujeres 13% hombres 1% otros
Molina-Torres (2024)	Estudio cuantitativo no probabilístico (tres grupos diferentes)	Analizar las percepciones de los futuros profesores noveles en la adquisición de las competencias digitales que adquieren durante su proceso de enseñanza y aprendizaje	n=172 64.5% mujeres 35.5% hombres
Noguera et al. (2023)	Estudio cuantitativo con diseño correlacional no probabilístico	Recabar la opinión de los estudiantes sobre la contribución de las tecnologías digitales a su aprendizaje	n=120 87% mujeres 13% hombres
Oliván-Blázquez et al. (2023)	Estudio cuantitativo con un diseño cuasi-experimental utilizando una aleatorización a nivel de clase con dos grupos paralelos	Comparar la metodología del <i>flipped classroom</i> (FC), combinada con actividades de aprendizaje basado en problemas (ABP) o con actividades de aprendizaje basado en casos (ABC), en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes universitarios de trabajo social	n=130 Participaron 120
Priyaadharshini & Maiti (2023)	Estudio mixto	Medir las actitudes de los alumnos en proyectos utilizando una clase invertida basada en juegos	n=408
Rodríguez-Pasquín et al. (2023)	Estudio cuantitativo (los resultados académicos recogidos por los docentes: calificaciones obtenidas y tipo de evaluación continua elegida, y por otro lado, un cuestionario ad hoc)	Evaluar una propuesta docente que combina la clase invertida con el uso de aplicaciones en una asignatura afín a las Ciencias Sociales	n=135 39.3% hombres 60.7% mujeres
Romero-García et al. (2021)	Estudio cuantitativo con un diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente con muestreo no probabilístico por conveniencia	Evaluar los efectos del enfoque <i>flipped classroom</i> en el rendimiento y la satisfacción de futuros docentes	n=393 Participaron 222 Grupo control: 103 Grupo experimental: 119
Salazar & Rodríguez (2023)	Estudio cuantitativo	Profundizar en el conocimiento de la percepción y preferencias, del alumnado de grados afines a las ciencias sociales, hacia la técnica de <i>flipped classroom</i> como alternativa a las clases tradicionales magistrales, pero en un entorno on-line	n=133
Sevillano-Monje et al. (2022)	Estudio mixto a través de un diseño pre-experimental	Descubrir si existen diferencias significativas en la adquisición de conocimientos entre los alumnos tras la	n=150 Participaron 136 43.38% mujeres

Referencia	Diseño	Objetivo del estudio	Muestra
Sointu et al. (2022)	Estudio cuantitativo con un análisis factorial exploratorio	aplicación de la metodología <i>flipped classroom</i> , analizar el impacto de la metodología en los niveles competenciales de los alumnos; y determinar la satisfacción de los alumnos con dicha metodología Investigar las experiencias de los estudiantes universitarios sobre los factores que crean un curso invertido exitoso	56.62% hombres n=414 Participaron 232
Sosa et al. (2021)	Estudio cualitativo longitudinal (intencionado y no probabilístico)	Analizar el fenómeno desde un enfoque holístico, a fin de considerar todas las posibles variables y aspectos que influyen en este fenómeno, así como las relaciones entre ellos	n=266 (divididos en 7 grupos) Durante los cursos del 2016 al 2021 37% hombres 63% mujeres
Torres-Martín et al. (2022)	Estudio cuantitativo con diseño cuasi-experimental de grupos no equivalentes, de corte longitudinal	Conocer el impacto de la metodología <i>flipped classroom</i> en el rendimiento académico de los estudiantes durante su proceso formativo en relación con la metodología tradicional a lo largo del tiempo	n=1236 curso 2010/2011 hasta 2019/20 93.8% Mujeres 6.2% Hombres

Tabla 1. Características y principales resultados de los estudios incluidos. Fuente: Elaboración propia.

Se observó una tendencia creciente en la publicación de estos manuscritos desde el 2021 hasta el 2023, mostrándose una tendencia decreciente en el último año, Figura 2.

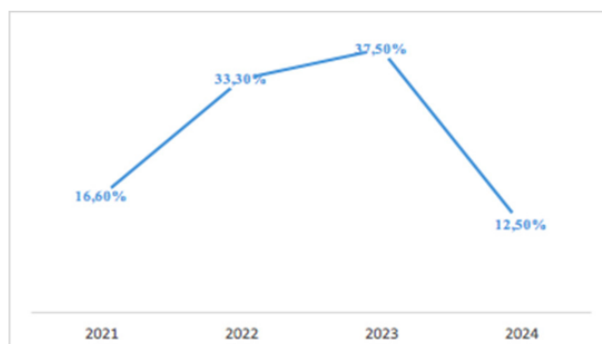


Figura 2. Distribución de los manuscritos según los años de publicación. Fuente: Elaboración propia.

Entre los métodos de investigación utilizados en los manuscritos seleccionados destacan las investigaciones cuantitativas (79 %) muy por encima, de las investigaciones mixtas (17 %) y de las cualitativas (4 %) (Figura 3).

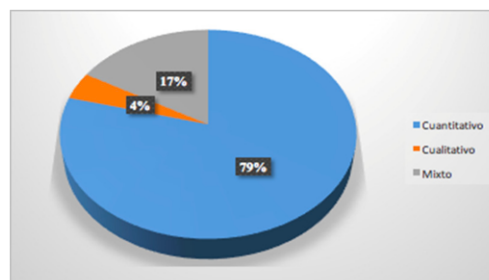


Figura 3. Distribución de los manuscritos según la metodología de investigación utilizada. Fuente: Elaboración propia.

El número total de participantes de los 24 artículos seleccionados fue de $n=7528$, donde la muestra más significativa está representada en el trabajo de Kiljunen et al. (2024), fundamentado en un estudio cuantitativo durante tres cursos académicos, con una gran representación de $n=1592$ participantes. Otro estudio, de Torres-Martín et al. (2022) con $n=1236$ participantes, se basó en un estudio cuantitativo con diseño cuasi-experimental de grupos no equivalentes, de corte longitudinal. Podemos destacar también el trabajo de Arrieta et al. (2022), donde se aplicó una encuesta con $n=302$ participantes de pregrado de diferentes universidades de Barranquilla (Colombia) a través de grupos de redes sociales para determinar la presencia del modelo flipped classroom en el proceso de enseñanza y aprendizaje. En primer lugar, en este estudio se mostró la correlación entre cada una de las preguntas. Se reseñó que un valor superior a 0,7 revelaba una fuerte relación entre las preguntas y un valor inferior evidenciaba una relación débil entre ellas. En segundo lugar, se utilizó la prueba de Kolmogorov-Smirnov (K-S) para comprobar la normalidad de los datos recogidos. En tercer lugar, para examinar el impacto del modelo, se realizaron pruebas t de muestras independientes. La aplicación del instrumento resaltaba la autonomía del alumnado (72.5%), el estudiante como centro del aprendizaje (83,5%), los contenidos (76%), y el uso de los diferentes recursos tecnológicos (80%).

En cuanto a la metodología, el 79% de los estudios fueron de corte cuantitativo ($n=19$), un 17% tuvieron un enfoque mixto ($n=4$) y un 4% ($n=1$) realizaron la investigación a partir de un estudio cualitativo. En los estudios mixtos, resaltó el artículo de Martínez-Fernández et al. (2024) el cual utilizó las técnicas de revisión documental, el test de comprobación y el cuestionario ad-hoc ($n=202$), y el trabajo de Sevillano-Monje et al. (2022) que usaron un diseño pre-experimental en su investigación ($n=150$).

Por último, cabe destacar algunos artículos de corte cuantitativo, tales como:

- Chura-Quispe et al. (2022): diseño cuasiexperimental (con pre y postest en dos grupos) y análisis descriptivo-inferencial ($n=113$).
- Colomo et al. (2022): diseño ex post facto preexperimental de corte longitudinal con pre-test y post-test, con un enfoque descriptivo, inferencial y predictivo ($n=314$).
- Romero-García et al. (2021): Estudio cuantitativo con un diseño cuasiexperimental con grupo control no equivalente con muestreo no probabilístico por conveniencia ($n=393$).

El presente análisis sobre el impacto del método flipped classroom en la educación superior permite extraer discusiones relevantes que responden tanto al objetivo general como a los objetivos específicos planteados. Los resultados obtenidos a través de una revisión sistemática de investigaciones recientes evidencian que esta metodología tiene un impacto positivo y significativo en el desarrollo de conocimientos, competencias clave y en la experiencia educativa de los estudiantes universitarios.

4.1. Impacto en el rendimiento académico y adquisición de conocimientos

La implementación del aula invertida demuestra ser una estrategia pedagógica eficaz para mejorar el rendimiento académico y la adquisición de conocimientos (Romero-García et al., 2021; Torres-Martín et al., 2022; Deng et al., 2023; Oliván-Blázquez et al., 2023). Los estudios revisados muestran un incremento notable en los resultados académicos, con tasas significativas de aprobados en las asignaturas donde se aplicó esta metodología, superando los niveles alcanzados con métodos tradicionales (Romero-García et al., 2021; Torres-Martín et al., 2022; Oliván-Blázquez et al., 2023; Rodríguez-Pasquín et al., 2023).

Además, se observa un aumento significativo en la capacidad de comprensión lectora y en la profundidad del aprendizaje, lo que sugiere que este enfoque fomenta la construcción activa del conocimiento por parte de los estudiantes (Diningrat et al., 2023). Asimismo, se destaca que el flipped classroom genera una experiencia educativa más dinámica y participativa, contribuyendo al aprendizaje significativo y a una mayor satisfacción académica (Romero-García et al., 2021; Arrieta et al., 2022; Sevillano-Monje et al., 2022; González-Morga et al., 2024; Martínez-Fernández et al., 2024).

4.2. Factores que contribuyen a la eficacia del método flipped classroom

La eficacia del aula invertida radica en varios factores clave. En primer lugar, el cambio de roles entre docentes y estudiantes promueve un aprendizaje más autónomo y activo, donde los estudiantes asumen un papel protagonista mientras los docentes actúan como guías del proceso educativo (Romero-García et al., 2021; Arrieta et al., 2022; Colomo et al., 2022; Torres-Martín et al., 2022; Rodríguez-Pasquín et al., 2023). En segundo lugar, se identifica una relación positiva entre la autorregulación del aprendizaje y la satisfacción estudiantil (Kiljunen et al., 2024; Martínez-Fernández et al., 2024).

Los estudiantes con perfiles autorregulados tienden a mostrar mayores niveles de compromiso y éxito académico. Además, este enfoque fomenta competencias esenciales del siglo XXI, como el aprendizaje autodirigido, la colaboración entre pares y el uso efectivo de tecnologías digitales. Por otro lado, la motivación estudiantil también se ve incrementada debido a la interacción significativa con los contenidos del curso y con sus compañeros, lo que fortalece tanto las competencias profesionales como las habilidades sociales (Cuevas et al., 2021; Chura-Quispe et al., 2022; Molina-Torres, 2024).

4.3. Estrategias y recomendaciones para su implementación

Para maximizar los beneficios del flipped classroom en contextos universitarios, es fundamental considerar estrategias específicas. En primer lugar, es imprescindible garantizar la formación pedagógica y tecnológica del profesorado para desarrollar competencias digitales avanzadas que permitan diseñar e implementar recursos educativos virtuales efectivos (Cuevas et al., 2021; Blasco-Serrano et al., 2022; Sevillano-Monje, et al., 2022; Molina-Torres, 2024). En segundo lugar, se recomienda identificar previamente los perfiles regulatorios de los estudiantes para adaptar las metodologías activas a sus necesidades específicas y optimizar su efectividad (Sosa et al., 2021; Colomo et al., 2022; Oliván-Blázquez et al., 2023; Martínez-Fernández et al., 2024). Asimismo, es crucial asegurar el acceso a herramientas tecnológicas adecuadas tanto para docentes como para estudiantes, especialmente en modelos ampliados que requieren recursos digitales avanzados (Blasco-Serrano et al., 2022; Diningrat et al., 2023). Finalmente, una implementación sostenida en el tiempo ha demostrado ser más eficaz para consolidar mejoras en el rendimiento académico y en el desarrollo de competencias clave (Sevillano-Monje et al., 2022; Torres-Martín et al., 2022; Oliván-Blázquez et al., 2023).

5. Conclusiones

Es importante destacar que la mayoría de los estudios analizados en esta revisión sistemática emplean diseños de investigación cuasi-experimentales, con un enfoque predominantemente cuantitativo. Esta metodología permite cuantificar el impacto del flipped classroom en el rendimiento académico y la adquisición de competencias, proporcionando evidencia empírica sólida sobre la eficacia de esta metodología en el contexto de la educación superior.

En síntesis, el método flipped classroom constituye una innovación pedagógica efectiva para mejorar tanto el rendimiento académico como las competencias esenciales de los estudiantes universitarios. Su éxito radica en su capacidad para transformar el proceso educativo mediante un aprendizaje activo, colaborativo y tecnológicamente mediado. No obstante, su implementación requiere una planificación cuidadosa que contemple la formación docente continua, el diseño pedagógico adaptado al contexto universitario y la evaluación constante de su impacto. Estos hallazgos respaldan la promoción del aula invertida como una metodología clave para afrontar los desafíos educativos contemporáneos y garantizar una enseñanza inclusiva y sostenible en educación superior.

Entre las limitaciones se observan una tendencia a publicar resultados positivos, lo que podría sobrestimar la eficacia del flipped classroom. Es necesario considerar la posibilidad de que estudios con resultados neutros o negativos estén representados en la literatura.

Resaltar que la mayoría de los estudios se han realizado en contextos educativos específicos, lo que limita la extrapolación de resultados a otros entornos culturales o sistemas educativos.



Hay que añadir que muchas investigaciones se han centrado en efectos a corto plazo, lo que deja una brecha en el conocimiento sobre el impacto a largo plazo del aula invertida.

Y, por último, hay que destacar que la falta de un estándar unificado en la aplicación del flipped classroom dificulta la comparación entre estudios y la identificación de las mejores prácticas.

En relación con la prospectiva se recomienda la realización de investigaciones a largo plazo para evaluar la sostenibilidad y el impacto duradero del aula invertida en el aprendizaje y el desarrollo de competencias.

En la búsqueda de determinar la eficacia relativa en diferentes contextos y disciplinas, sería interesante que futuros estudios se planteasen centrarse en comparar el flipped classroom con otras metodologías activas.

Se hace necesario desarrollar protocolos estandarizados para la implementación y evaluación del aula invertida, facilitando así la comparabilidad entre estudios.

Finalizar sugiriendo la colaboración entre educadores, psicólogos y expertos en tecnología educativa para abordar de manera integral los desafíos y oportunidades del flipped classroom.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Ruiz Rodríguez, J. A., & Corchuelo Fernández, C. (2026). Efectividad del Flipped Classroom en la universidad postpandemia: impacto cognitivo y desarrollo competencial desde una revisión sistemática PRISMA (2021-2024). *Campus Virtuales*, 15(2), 63-75. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1701>

Referencias

- Abeysekera, L., & Dawson, P. (2015). Motivation and cognitive load in the flipped classroom: definition, rationale and a call for research. *Higher education research & development*, 34(1), 1-14. <https://doi.org/10.1080/07294360.2014.934336>
- Angelini, M.L., & García-Carbonell, A. (2015). Percepciones sobre la integración de modelos pedagógicos en la formación del profesorado: la simulación y juego y el flipped classroom. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 16(2), 16-30. <https://doi.org/10.14201/eks20151621630>
- Arrieta, T., Llinás, S., Solórzano, J., Umaña, S.F. & Huyke, A. (2022). Characterization of Flipped Classroom Model in Higher Education: A Perception from Educational Resilience During Covid-19 Pandemic. *Procedia Computer Science*, (203), 575-582. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.07.082>
- Arsovic, B., & Stefanovic, N. (2020). E-learning based on the adaptive learning model: case study in Serbia. *Sādhana*, 45(1), 266. <https://doi.org/10.1007/s12046-020-01499-8>
- Blasco-Serrano, A. C., Bitrián, I., & Coma-Roselló, T. (2022). Incorporation of ICT into preservice teacher training using the Flipped Classroom so as to enhance inclusive education. *Educat, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (79), 9-29. <https://doi.org/10.21556/edute.2022.79.2393>
- Cabero-Almenara, J., Barroso-Osuna, J., Gutiérrez-Castillo, J.J., & Palacios, A. (2023). T-MOOC, cognitive load and performance: analysis of an experience. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 26(1), 99-113. <https://doi.org/10.6018/reifop.542121>
- Cabero-Almenara, J., Llorente-Cejudo, M.C & Morales-Lozano, J. A. (2018). Evaluación del desempeño docente en la formación virtual: ideas para la configuración de un modelo. *RIED-Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 261-279. <https://doi.org/10.5944/ried.21.1.17206>
- Cardona, C. J. H. (2022). El aprendizaje profundo y el aprendizaje basado en drones. *Revista Reforma Siglo XXI*, 28(109), 73-77. <http://bit.ly/42NlcyF>
- Castillo, R. A., Uvidia, N. P., Lirio, T. M., Reyes, A. G., Solorzano, J. E. & Soto, E. R. (2023). El impacto de los nuevos modelos pedagógicos ante las actualizaciones digitales y tecnológicas: The impact of new pedagogical models in the face of digital and technological updates. *Revista Científica Multidisciplinar G-nerando*, 4(2), 665-684. <https://doi.org/10.60100/rcmg.v4i2.159>

- Chairez, G. I., Díaz, M. J. & Cepeda, V. L. (2020). El contexto familiar y su vinculación con el rendimiento académico. *IE Revista de Investigación Educativa de la REDIECH*, 11, 1-17. https://doi.org/10.33010/ie_rie_rediech.v11i0.657
- Chura-Quispe, G., García-Castro, R.A., Llepa-Medina, M.P., & Salamanca-Chura, E.C. (2022). Efecto del Flipped Classroom virtual en la escritura académica: Autopercepción de universitarios. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, (65), 121-148. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.92509>
- Collado-Valero, J., Rodríguez-Infante, G., Romero-González, M., Gamboa-Ternero, S., Navarro-Soria, I., & Lavigne-Cerván, R. (2021). Flipped classroom: Active methodology for sustainable learning in higher education during social distancing due to COVID-19. *Sustainability*, 13(10), 5336. <https://doi.org/10.3390/su13105336>
- Colomo-Magaña, E., Cívico-Ariza, A., Sánchez-Rivas, E. & Linde-Valenzuela, T. (2023). Instantáneas culturales y Flipped Classroom: percepciones de futuros docentes. *Pixel-Bit: Revista de Medios y Educación*, (66), 173-198. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.97134>
- Colomo, A., Colomo, E., Guillén-Gámez, F. D., & Cívico, A. (2022). Analysis of prospective teachers' perceptions of the flipped classroom as a classroom methodology. *Societies*, 12(4), 98. <https://doi.org/10.3390/soc12040098>
- Cuevas, N., Méndez, V. G., Ariza, A. C., & Magaña, E. C. (2021). Flipped classroom en tiempos de COVID-19: una perspectiva transversal. *IJERI: International Journal of Educational Research and Innovation*, (15), 326-341. <https://doi.org/10.46661/ijeri.5439>
- Deng, R., Feng, S., & Shen, S. (2023). Improving the effectiveness of video-based flipped classrooms with question-embedding. *Education and Information Technologies*, 29(10), 12677-12702. <https://doi.org/10.1007/s10639-023-12303-5>
- Diningrat, S. W. M., Setyosari, P., Ulfa, S., & Widiati, U. (2023). The effect of an extended flipped classroom model for fully online learning and its interaction with working memory capacity on students' reading comprehension. *Journal of New Approaches in Educational Research*, 12(1), 77-99. <https://doi.org/10.7821/naer.2023.1.1073>
- González-Morga, N., González-Lorente, C., Martínez-Clares, P. & Pérez-Cusó, J. (2024). Flipped Tutoring in Higher Education: Student Satisfaction with an Experience of Educational Innovation. *Revista Electrónica Educare*, 28(1), 1-20. <https://doi.org/10.15359/ree.28-1.17280>
- Hermansen, Å., & Saltkjel, T. (2024). Doing it step by step: A flipped classroom approach to teaching statistical analysis in social work. *Social Work Education*, 43(3), 546-569. <https://doi.org/10.1080/02615479.2022.2123912>
- Hernández, C. A., Jiménez, M., Guadarrama, E., & Rivera, Á. E. (2016). La percepción de la motivación y satisfacción de la tutoría recibida en estudios de posgrado. *Formación universitaria*, 9(2), 49-58. <https://doi.org/10.4067/S0718-50062016000200006>
- Hillmayr, D., Ziernwald, L., Reinhold, F., Hofer, S.I. & Reiss, K.M. (2020). El potencial de las herramientas digitales para mejorar el aprendizaje de matemáticas y ciencias en secundaria: Un metaanálisis contextual. *Computers & Education*, 153, 103897. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2020.103897>
- Kiljunen, J., Sointu, E., Äikäs, A., Valtonen, T., & Hirsto, L. (2024). Higher education and the flipped classroom approach: efficacy for students with a history of learning disabilities. *Higher Education*, 88(3), 1127-1143. <https://doi.org/10.1007/s10734-023-01162-1>
- Landázuri, M. J. M., Cepeda, R. V. P. & Mejía, M. T. B. (2024). Desafío de la educación en la sociedad actual. *RECIMUNDO*, 8(1), 129-138. [https://doi.org/10.26820/recimundo/8.\(1\).ene.2024.129-138](https://doi.org/10.26820/recimundo/8.(1).ene.2024.129-138)
- Martínez-Fernández, J.R., Noguera-Fructuoso, I., Ciraso-Calí, A., & Vega-Martínez, A. (2024). Estudio exploratorio sobre los perfiles de regulación y la satisfacción con el aula invertida en estudiantes universitarios. *Revista Española de Pedagogía*, 82(287), 111-124. <https://doi.org/10.22550/2174-0909.3931>
- McCarthy, S., & Palmer, E. (2023). Defining an effective approach to blended learning in higher education: A systematic review. *Australasian Journal of Educational Technology*, 39(2), 98-114. <https://doi.org/10.14742/ajet.8489>
- Molina-Torres, M.P. (2024). Flipped classroom to teach digital skills during COVID-19. *Journal of Technology and Science Education*, 14(1), 158-168. <https://doi.org/10.3926/jotse.2256>
- Murillo-Zamorano, L. R., Sánchez, J. Á., & Godoy-Caballero, A. L. (2019). How the flipped classroom affects knowledge, skills, and engagement in higher education: Effects on students' satisfaction. *Computers & Education*, 141, 103608. <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103608>
- Nasner, L. T., Guzmán, A. M., Zambrano, S. B., & Delgado, Y. A. (2022). Deserción en la población estudiantil universitaria durante la pandemia, una mirada cualitativa. *Revista Virtual Universidad Católica del Norte*, (66), 37-62. <https://doi.org/10.35575/rvucn.n66a3>
- Naveed, Q.N., Choudhary, H., Ahmad, N., Alqahtani, J., & Qahmas, A. (2023). Mobile Learning in Higher Education: A Systematic Literature Review. *Sustainability*, 15(18), 13566. <https://doi.org/10.3390/su151813566>
- Noguera, I., Robalino, P. E., & Ahmedi, S. (2023). The Flexibility of the Flipped Classroom for the Design of Mediated and Self-regulated Learning Scenarios. *RIED. Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 26(2), 155-173. <https://doi.org/10.5944/ried.26.2.36035>
- Oliván-Blázquez, B., Aguilar-Latorre, A., Gascón-Santos, S., Gómez-Poyato, M. J., Valero-Errazu, D., Magallón-Botaya, R., & Porroche-Escudero, A. (2023). Comparing the use of flipped classroom in combination with problem-based learning or with case-based learning for improving academic performance and satisfaction. *Active Learning in Higher Education*, 24(3), 373-388. <https://doi.org/10.1177/14697874221081550>
- Priyaadharshini, M. & Maiti, M. (2023). Learning Analytics: Gamification in Flipped Classroom for Higher Education. *Journal of Engineering Education Transformations*, 37(1), 106-119. <https://doi.org/10.16920/jeet/2023/v37i1/23137>
- Quinde-Herrera, K., Pinos-Vélez, V., Esteve-González, V. & Valls-Bautista, C. (2023). Aprendizaje invertido en Educación Superior: Una revisión de alcance de la implementación. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, (84), 18-34. <https://doi.org/10.21556/edutec.2023.84.2785>
- Redecker, C., & Johannessen, Ø. (2013). Changing assessment—Towards a new assessment paradigm using ICT. *European Journal of Education*, 48(1), 79-96. <https://doi.org/10.1111/ejed.12018>
- Rodríguez-Pasquín, M., Esteban-Yago, M., López-Martínez, M. & García-Luque, O. (2023). Evaluación de la combinación de clase invertida y uso de aplicaciones para promover una docencia universitaria interactiva. *Educar*, 59(2), 367-383.



<https://doi.org/10.5565/rev/educar.1740>

Romero-García, C., de Paz-Lugo, P., Buzón-García, O., & Navarro-Asencio, E. (2021). Evaluación de una formación online basada en flipped classroom. *Revista de Educación*, 391, 65-93. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2021-391-471>

Sointu, E., Hyypiä, M., Lambert, M.C., Hirsto, L., Saarelainen, M. & Valtonen, T. (2022). Preliminary evidence of key factors in successful flipping: predicting positive student experiences in flipped classrooms. *Higher Education*, 85, 503-520. <https://doi.org/10.1007/s10734-022-00848-2>

Salazar, M. & Rodríguez, M. (2023). Flipped Classroom en la enseñanza superior: ¿Influye la Rama de Formación del Alumnado en su percepción y preferencias? *Revista de Innovación y Buenas Prácticas Docentes*, 12(1), 34-49. <https://doi.org/10.21071/ripadoc.v12i1.15044>

Sánchez-Ruiz, J. & Larrea-Silva, J. (2022). Factores que determinan la satisfacción estudiantil en tiempos de pandemia Covid-19: Revisión sistemática. *Revista de Ciencias Sociales*, 28(6), 32-44. <https://bit.ly/3S17tz9>

Sevillano-Monje, V., Martín-Gutiérrez, Á., & Hervás-Gómez, C. (2022). The flipped classroom and the development of competences: A teaching innovation experience in higher education. *Education Sciences*, 12(4), 248. <https://doi.org/10.3390/educsci12040248>

Soomro, S.A., Casakin, H., Nanjappan, V., & Georgiev, G.V. (2023). Makerspaces Fostering Creativity: A Systematic Literature Review. *Journal of Science Education and Technology*, 32(4), 530-548. <https://doi.org/10.1007/s10956-023-10041-4>

Sosa, M.J.; Guerra, J.; & Cerezo, M. (2021). Flipped Classroom in the Context of Higher Education: Learning, Satisfaction and Interaction. *Education Sciences*, 11, 416. <https://doi.org/10.3390/educsci11080416>

Sosa, M. J., & Palau, R. F. (2018). Flipped classroom para adquirir la competencia digital docente: una experiencia didáctica en la Educación Superior. *Pixel-Bit. Revista de Medios y Educación*, (52), 37-54. <https://doi.org/10.12795/pixelbit.2018.i52.03>

Torres-Martín, C., Acal, C., El-Homrani, M., & Mingorance-Estrada, Á. C. (2022). Implementation of the flipped classroom and its longitudinal impact on improving academic performance. *Educational technology research and development*, 70(3), 909-929. <https://doi.org/10.1007/s11423-022-10095-y>

Wiggins, G. (2011). A true test: Toward more authentic and equitable assessment. *Phi Delta Kappan*, 92(7), 81-93. <https://doi.org/10.1177/003172171109200721>

Ethics and regulation of AI in higher education: a comparative study of spanish and romanian students using SEM

Ética y regulación de la IA en la educación superior: un estudio comparativo de alumnado español y rumano usando el modelo SEM

Raluca Stoica¹, Laura Díaz-Reyes², Diego Acosta-Gijón³,
 Jesús Heredia-Carroza³

¹ Alexandru Ioan Cuza University of Iasi, Romania

² Universidad CEU Fernando III, CEU Universities, Spain

³ Universidad de Sevilla, Spain

raluca.stoica@feaa.uaic.ro , ldiaz@ceu.es , dieacogij@alum.us.es , jheredia1@us.es

ABSTRACT. This study uses Structural Equation Modelling (SEM) to examine ethical and regulatory perceptions of artificial intelligence in higher education among 364 university students (116 Romanian, 248 Spanish). Results reveal significant cross-national differences, emphasising the role of culture in ethical attitudes. While AI performance showed no significant impact, regulation emerged as a key predictor of ethical acceptance. Findings highlight students' preference for clear regulatory frameworks over technological efficiency. The study supports culturally responsive policies and calls for governance models that ensure equitable, transparent, and accountable AI integration in academic contexts.

RESUMEN. Este estudio utiliza el Modelado de Ecuaciones Estructurales (SEM) para examinar las percepciones éticas y regulatorias de la inteligencia artificial en la educación superior de 364 estudiantes universitarios (116 rumanos, 248 españoles). Los resultados arrojan luz sobre importantes diferencias transnacionales, destacando el papel de la cultura en las actitudes éticas. Si bien el rendimiento de la IA no mostró un impacto significativo, la regulación se posicionó como un predictor clave de la aceptación ética. Los hallazgos resaltan la preferencia de los estudiantes por marcos regulatorios claros sobre la eficiencia tecnológica. El estudio apoya políticas culturalmente receptivas y aboga por modelos de gobernanza que garanticen una integración equitativa, transparente y responsable de la IA en contextos académicos.

KEYWORDS: Artificial Intelligence, Ethics, Regulation, Higher Education, Cultural differences.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia Artificial, Ética, Regulaciones, Educación Superior, Diferencias culturales.

1. Introduction

The integration of artificial intelligence (AI) into higher education has generated both transformative opportunities and significant challenges, particularly in the ethical and regulatory domains. As AI technologies become increasingly prevalent in academic environments - from automated grading and personalised learning to research support systems - the urgency to evaluate their ethical implications has grown. In this context, it is crucial to understand how students perceive AI in terms of ethical standards, regulatory needs, and institutional governance.

Prior studies have addressed AI's pedagogical potential and technical applications in academia (Chauke et al., 2024; Lin, 2023). However, fewer research has explored the intersection of performance perception, cultural influences, and the demand for ethical regulation. This paper fills that gap by applying Structural Equation Modelling (SEM) to analyse the perceptions of 364 students (116 Romanian and 248 Spanish) concerning the ethical use and regulation of AI in higher education.

This study highlights that students' ethical perceptions of AI are influenced more by the existence of regulatory safeguards than by the perceived technical efficacy of AI. In particular, cultural background is hypothesised to be a moderating factor in how students evaluate ethical concerns. The constructs of Performance and Regulation are assessed for their impact on ethical perception, using SEM to establish relationships and differences across national contexts.

This paper aims to contribute to the debate by examining how regulation and perceived performance influence students' ethical views of AI across two national contexts.

2. Theoretical framework and literature review

2.1. Ethics and Regulation of AI in Higher Education

The governance of AI in education has become a critical concern due to its implications for transparency, fairness, and social inclusion. Regulatory frameworks aim to address these issues but vary widely in their models and effectiveness. Table 1 outlines key regional approaches to AI regulation, demonstrating divergent strategies based on geopolitical priorities, legal traditions, and cultural values (Almeida et al., 2022; Erdélyi & Goldsmith, 2018; Walter et al., 2024).

Region/Country	Main Regulatory Framework	Regulatory Model	Advantages	Disadvantages
European Union	GDPR, AI Act (Almeida et al., 2022)	Hard law	Provides legal certainty.	May limit technological innovation.
			Prioritizes individual rights.	
United States	BIPA (Illinois) (Taiwo et al., 2023)	Fragmented (state-level hard law)	Offers flexibility at the state level.	Lacks a coherent federal framework.
				Exhibits regulatory fragmentation.
China	AI Ethics Code, 2017 Development Plan (Tuzov & Lin, 2024)	Centralized hard law	Enhances global competitiveness.	Lacks mechanisms to enforce ethical principles.
Japan	Society 5.0 (Wright, 2024; Xu et al., 2024)	Soft law	Promotes progressive principles such as human centrality.	Laws enforceability.
				Lacks diversity in regulatory bodies (13.8% women).
Thailand	Ethical Guidelines in "Thailand 4.0" (Hongladarom, 2021)	Soft law	Offers flexibility to adapt to local values.	Excludes citizen participation.
				Prioritizes economic interests.
Global Proposal	IAIO (Erdélyi & Goldsmith, 2018)	Hybrid model	Balances flexibility and binding standards.	Requires sovereignty concessions and international cooperation.

Table 1. Regulatory Models and Regional Approaches in AI Governance. Source: Own elaboration.



European frameworks focus on data protection and accountability but often struggle to keep pace with innovation (Ozga, 2012). Meanwhile, U.S. state-level legislation such as BIOMETRIC Information Privacy Act (BIPA) offers flexibility but lacks cohesion (Erdélyi & Goldsmith, 2018; Camilleri, 2024). In China, regulation is centralised and aligned with national development goals, prioritising societal welfare over individual autonomy (Marginson & Yang, 2022). Japan's soft law model (Society 5.0) emphasises ethical AI but suffers from low enforceability and gender imbalance in governance structures (Wright, 2024; Treude & Hata, 2023).

Furthermore, Latin America and Africa face additional challenges, including limited infrastructure and low female participation in STEM fields, which perpetuate structural inequalities in algorithmic design (Tidjon & Khomh, 2022; Cernadas & Calvo-Iglesias, 2020). These global disparities suggest that effective regulation must consider both technical feasibility and socio-cultural diversity.

Technical tools such as LIME (Local Interpretable Model-Agnostic Explanations) and SHAP (Shapley Additive exPlanations) have been proposed to enhance algorithmic transparency and interpretability (Boch et al., 2022; Pillai, 2024), but their adoption remains inconsistent without binding regulations. Thus, hybrid governance models combining global standards with local adaptation are gaining traction (Zhu, 2024). Other similar initiatives include the "Initiative for AI Audit and Equity" (IAIO), which advocates for diversity quotas in technology development teams (Greene et al., 2023).

2.2. Cross-Cultural Perspectives on AI Governance

Cultural and institutional contexts significantly shape regulatory approaches and ethical interpretations of AI (Lin, 2023; Montgomery, 2023). Western models often emphasise individual rights, market efficiency, and technological autonomy, while Eastern models privilege collective well-being and state-led innovation (Marginson & Yang, 2022; Tuzov & Lin, 2024). For example, Anglo-American education prioritises employability and performance metrics, whereas Chinese and Japanese systems are more attuned to communal development and moral education (Wright, 2024).

The OECD has further influenced global education by promoting digitalisation through future-oriented narratives, which some scholars argue risk marginalising non-Western worldviews (Mertanen & Brunila, 2024; Nemorin, 2024). Initiatives such as UNESCO's digital education strategies may unintentionally reinforce colonial epistemologies, overlooking indigenous knowledge systems and local pedagogical traditions (Akhtar, et al., 2024).

Consequently, calls for pluriversal ethics are gaining ground - frameworks that go beyond Eurocentric values to incorporate perspectives from the Global South and other historically marginalised groups. Such inclusive ethics are crucial for designing AI systems that foster equity and cultural sensitivity in education (Stanford, 2023).

2.3. Gaps in Empirical Research and Hypotheses

While theoretical debates on AI ethics have proliferated, empirical research remains limited in scope and diversity. Most studies concentrate on technical performance or generalised attitudes, often within a single national context (Rasul et al., 2023). There is a pressing need for comparative analyses that integrate cultural dimensions and assess how regulation and perceived utility shape ethical evaluations among students.

To address this gap, the present study formulates the following hypotheses:

Recent literature has suggested that perceived performance of AI systems may influence how individuals assess their ethical value, especially in contexts where efficiency and automation are prioritised. In academic settings, students' exposure to tools such as automated feedback systems or recommendation algorithms could lead them to equate technical reliability with ethical appropriateness. This relationship is particularly relevant in light of studies that warn about the dependence on AI tools like ChatGPT and their potential to compromise

critical thinking (Wiredu et al., 2024; Chauke et al., 2024).

H1: Students perceive that AI performance positively influences their perception of AI ethics.

AI is increasingly used in academic environments to automate grading, personalize learning, and support decision-making. Students who perceive these systems as reliable and effective may associate such functionality with ethical soundness, interpreting efficiency as a proxy for responsibility. However, evidence suggests that regulation often plays a more central role in shaping ethical trust than performance alone. The European Union's AI Act, for instance, emphasises transparency and accountability over technical prowess (Almeida et al., 2022; Gross, 2023). This hypothesis investigates whether perceived AI performance is nonetheless a significant predictor of ethical evaluation.

H2: Students perceive that AI regulation positively influences their perception of AI ethics.

AI is rapidly transforming higher education practices, from assessment protocols to academic content generation. Students who are more aware of or affected by these changes may be more attuned to potential ethical risks or benefits, thereby developing stronger ethical stances on AI use. Academic integrity remains a top concern among universities adapting to AI, suggesting that perceived transformation can heighten ethical scrutiny (Malik et al., 2023; Jarrah et al., 2023).

H3: Students who perceive greater changes in academia due to AI, also express stronger ethical concerns.

Cultural values and educational traditions vary significantly across countries, affecting how ethical issues are interpreted and prioritised. Comparative research has demonstrated that national regulatory frameworks and sociocultural factors shape students' perceptions of AI, as seen in the divergence between European individual-rights models and collectivist approaches in East Asia (Marginson & Yang, 2022; Wright, 2024).

H4: Nationality influences ethical perceptions of AI.

Some studies have explored the role of gender in ethical reasoning, suggesting that men and women may prioritise different values or concerns when evaluating emerging technologies. Bias in algorithmic outputs—such as gendered stereotypes in hiring and educational platforms—raises the question of whether ethical sensitivities differ by gender (Abdollahi et al., 2024; Cernadas & Calvo-Iglesias, 2020). In AI contexts, this may affect how students interpret bias, accountability, or social impact. Gendered stereotypes embedded in algorithmic outputs - such as those found in hiring and educational platforms - raise the question of whether ethical awareness varies across gender groups (Abdollahi et al., 2024; Cernadas & Calvo-Iglesias, 2020). This hypothesis examines whether these perceptual differences translate into distinct ethical evaluations of AI in education. As an example, technologies like DALL-E 2 underrepresent women in scientific roles while overrepresenting them in caregiving professions (Sun et al., 2024), a trend mirrored in Bing Image Creator, where 80% of STEM-related images feature men (Sandoval-Martin & Martínez-Sanzo, 2024; Buolamwini & Gebru, 2018; Hall & Ellis, 2023).

H5: Students perceive that gender influences ethical perceptions of AI.

Students' awareness of artificial intelligence (AI) significantly shapes their ethical perceptions regarding its use in educational and professional environments. The more students understand the principles, capabilities, and limitations of AI, the more likely they are to identify ethical challenges such as bias, privacy violations, and accountability gaps. According to Jobin et al. (2019), the development of global AI ethics guidelines highlights the crucial role that knowledge and education play in fostering critical awareness of these ethical issues. Therefore, promoting AI literacy is essential to empower students to evaluate AI applications responsibly and contribute to ethical technology development and use.

H6: Students perceive that knowledge of AI influences ethical perceptions.

By employing SEM to evaluate these hypotheses, our research aims to provide a robust empirical foundation for understanding how regulatory frameworks and performance expectations influence ethical perceptions in higher education across cultural boundaries.

3. Method

3.1. Participants

A total of 364 undergraduate students participated in the study. The sample was composed of 116 Romanian students and 248 Spanish students enrolled in various social sciences programmes. The age of the participants ranged from 18 to 30 years. Based on gender distribution, 60.2% identified as female and 39.8% as male, as shown in Table 2. The survey was administered online during March 2024 via institutional platforms and university mailing lists. Participation was voluntary, anonymous, and preceded by informed consent. The survey was optimised for mobile and desktop use, and the average completion time was approximately 10 to 15 minutes.

Variable	Categories	N	%
Nationality	Spanish	248	68.1%
	Romanian	116	31.9%
Gender	Female	219	60.2%
	Male	145	39.8%

Table 2. Descriptive Statistics of the Sample. Source: Own elaboration.

3.2. Materials and procedure

The study employed a structured online questionnaire designed to measure university students' perceptions of artificial intelligence in higher education. The instrument was developed in English and validated by a panel of academic experts in both Romania and Spain to ensure cross-cultural clarity and linguistic consistency. The survey consisted of three key sections: socio-demographic characteristics, self-perceived AI knowledge, and attitudes towards AI performance, regulation, ethical implications, and its perceived impact on higher education.

The first section included questions on gender, nationality, age group, and educational background. Importantly, it also assessed students' self-reported level of knowledge regarding AI, measured on a 7-point Likert scale ranging from 1 (Very Low) to 7 (Very High). These values were recoded to a standardised 7-point scale to ensure compatibility with other variables in the analysis.

The second section focused on students' direct perceptions of AI in academic environments. Items related to AI performance included statements such as "AI helps me improve my academic performance" and "AI increases my productivity," evaluated on a 7-point Likert scale (1 = Strongly Disagree, 7 = Strongly Agree). This section also captured students' perception of changes in academia due to AI, with items like "AI will change the academic process in the near future".

The third section addressed ethical concerns and regulatory views. Perceptions of AI ethics were measured through Likert-scale items addressing fairness, transparency, and moral responsibility in AI usage. Students' views on the need for regulation were assessed using two dichotomous (yes/no) items. Specifically, students were asked: (1) whether AI in higher education should be regulated by European law, and (2) whether a global agreement is needed to govern AI use in academia. These two binary variables were included in the analysis as categorical indicators reflecting regulatory awareness and support, asking whether they believed AI

in higher education should be regulated by European law and whether a global agreement is needed to govern AI use in academia.

Variable	N	Mean	SD	Min	Max
AI Performance – Answer Quality (P1)	364	4.77	1.45	1	7
AI Performance – Improve Work (P2)	364	4.65	1.58	1	7
AI Performance – Productivity (P3)	364	4.76	1.69	1	7
AI Perceived Change in Academia	364	4.74	1.68	1	7
Regulation – Need for Rules (R1)	364	0.83	0.37	0	1
Regulation – Global Agreement (R2)	364	0.76	0.43	0	1
Knowledge of AI Level	364	3.99	1.30	1	7

Table 3. Statistics Descriptives of the variables measured. Source: Own elaboration.

3.3. Measurement of Variables

The main constructs were operationalized based on validated scales and adapted to the context of AI in higher education. Internal consistency and construct validity were evaluated using Cronbach's alpha (α), Composite Reliability (CR), Average Variance Extracted (AVE), and the Heterotrait-Monotrait ratio (HTMT), following standard recommendations in SEM literature (Hair et al., 2010; Solakis et al., 2021).

Table 3 presents the results of the measurement model. Both the performance and regulation constructs exceeded the acceptable thresholds for internal consistency ($\alpha > 0.70$), convergent validity ($AVE > 0.50$), and composite reliability ($CR > 0.70$). The performance construct yielded $\alpha = 0.7588$, $AVE = 0.524$, and $CR = 0.765$, while regulation scored $\alpha = 0.8132$, $AVE = 0.697$, and $CR = 0.821$, supporting the robustness of the scale. Table 4 shows acceptable internal consistency and convergent validity for both constructs, with CR values above 0.7 and AVE values at or above the 0.5 threshold. All item loadings exceed 0.6, supporting the reliability of the measurement model.

SEM-Measurement Model					
Constructs	Codes	λ	α	AVE	CR
Performance			0.7588	0.52	0.762
	P1	0.607			
	P2	0.821			
	P3	0.728			
Regulation			0.8132	0.696	0.821
	R1	0.782			
	R2	0.885			

Note: λ =Loadings; α =Cronbach's Alpha Coefficient; AVE= Average Variance Extracted; CR= Composite Reliability

Table 4. SEM-Measurement Model. Source: Own elaboration.



Discriminant validity was verified. Table 5 shows that the square root of AVE for each construct (in bold on the diagonal) is greater than the inter-construct correlations, confirming discriminant validity. Furthermore, the correlation between performance and regulation was significant ($r = 0.000$, $p < 0.001$).

SEM's discriminant validity		
Construct	Performance	Regulation
Performance	0.724	
Regulation	0.000**	0.835

Note: The bold figures are the square root of the AVE. The normal figures are correlation between variables.
 **Significant at the 0.001 level (2-tailed).
 SPSS v.22.

Table 5. SEM's discriminant validity. Source: Own elaboration.

Complementarily, the HTMT ratio was employed to test discriminant validity more rigorously (Gaskin & James, 2019). The HTMT value between the constructs was 0.076, see Table 6, far below the recommended threshold of 0.85, confirming that the constructs are empirically distinct.

HTMT Analysis		
Construct	Performance	Regulation
Performance		
Regulation	0.076	

Table 6. HTMT Analysis. Source: Own elaboration.

Finally, to assess the presence of Common Method Bias (CMB), we conducted the Specific Bias Test (SBT), a more robust alternative to Harman's single-factor test (Podsakoff et al., 2003). This method, developed by Gaskin and Lim (2017), compares a restricted and unrestricted model to test for latent method effects. As shown in Table 7, the chi-square values for both models were identical ($\chi^2 = 23.000$, $df = 733$), with no delta in chi-square and a p-value of 1.000, suggesting no presence of method bias.

Specific Bias Test:	X ²	DF	Delta	pvalue
Unconstrained Model	23.000	733	X2=0.000	1
Zero Constrained Model	23.000	733	DF = 0	

Table 7. Specific Bias Test. Source: Own elaboration.

These results validate the psychometric properties of the constructs and confirm the absence of common method variance. The application of these criteria aligns with methodological standards proposed by Lowry and Gaskin (2014) and reflects practices adopted in comparable studies (Heredia-Carroza et al., 2025).

4. Results

The results of the Structural Equation Modelling (SEM) confirm the reliability and validity of the proposed model and highlight several significant relationships among latent constructs and control variables. Figure 1 summarises the proposed structural model, including the six hypotheses tested through SEM. The diagram presents AI Ethics as the endogenous construct and incorporates the predictive paths from performance, regulation, perceived academic impact, nationality, gender, and knowledge level. Each path is labelled with its corresponding hypothesis (H1–H6), allowing a clear visual representation of the relationships evaluated in the empirical analysis.

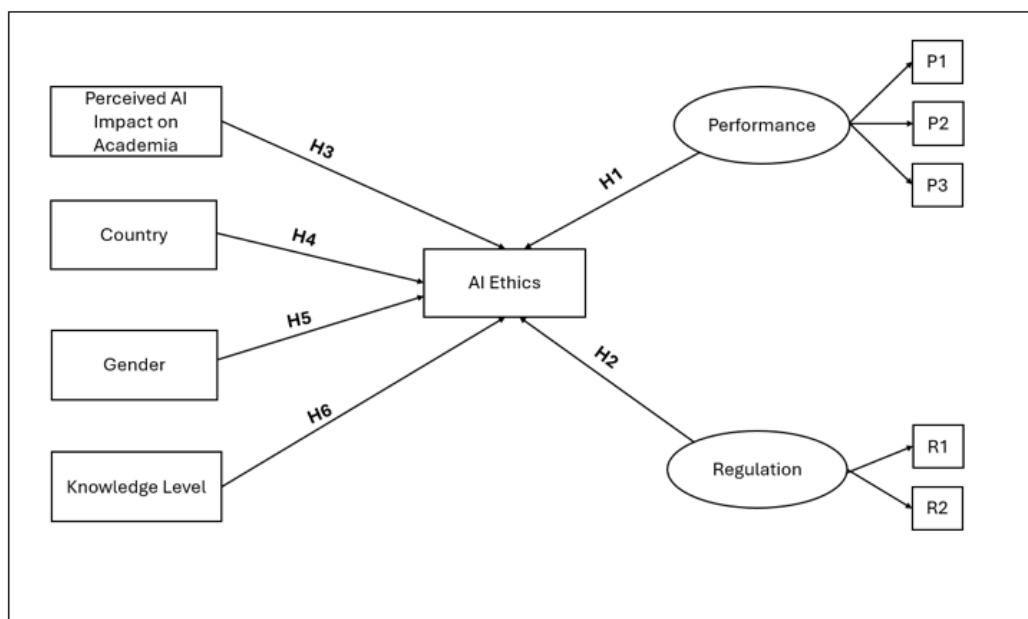


Figure 1. Structural Equation Model and Hypotheses (H1–H6). Source: Own elaboration.

The model demonstrates a satisfactory global fit. As shown in Table 8, all indices fall within the recommended thresholds: $\chi^2(33) = 62.289$, $\chi^2/df = 1.888$, GFI = 0.968, AGFI = 0.947, CFI = 0.958, IFI = 0.959, TLI = 0.943, NFI = 0.916, and RMSEA = 0.049. These indices confirm a good fit and support the adequacy of the measurement and structural model (Hair et al., 2010; Heredia-Carroza et al., 2025).

Hypotheses	N=364				
	Estimate	S.E.	C.R.	p	R2
Performance → ai_ethics	0.080	0.123	1.266		
Regulation → ai_ethics	0.202	0.316	3.714	***	
ai_change_academia → ai_ethics	0.346	0.057	6.133	***	
Country → ai_ethics	0.131	0.175	2.721	**	
Gender → ai_ethics	0.004	0.165	0.075		
Knowledge_level → ai_ethics	-0.013	0.063	-0.265		0.330
P1 → Performance	0.607				
P2 → Performance	0.821	0.145	10.212	***	
P3 → Performance	0.728	0.142	9.841	***	
R1 → Regulation	0.782				
R2 → Regulation	0.885	0.295	4.395	***	
Model fits	$\chi^2(df)$	χ^2/df	GFI	AGFI	CFI
Results	62.289(33)	1.888	0.968	0.947	0.958
Recommended	p<0.05	<3	0-1	0-1	0-1
Model fits	IFI	TLI	NFI	RMSEA	
Results	0.959	0.943	0.916	0.049	
Recommended	0-1	0-1	0-1	<0.08	

Note: ns = not significant; *p < .10; **p < .05; ***p < .001

Table 8. SEM-results and null-hypothesis significance. Source: Own elaboration.

The structural model tested six central hypotheses concerning students' ethical perceptions of artificial intelligence in higher education. The empirical results reveal a nuanced picture of how regulation, perceived transformation, cultural context, gender, and knowledge influence students' views on AI ethics.

Regarding H1, the hypothesis proposed that students who perceive AI as effective would be more likely to consider it ethically appropriate. However, this relationship was not statistically significant ($\beta = 0.080$, ns). This result suggests that the perceived utility or technical effectiveness of AI in academic contexts does not, by itself, drive ethical reasoning among students. While performance remains an important dimension for evaluating technology, it appears insufficient to shape normative judgments on its acceptability or fairness, at least within the observed sample.

H2 received robust empirical support. A significant positive association ($\beta = 0.202$, $p < 0.001$) was observed between students' support for regulatory mechanisms and their ethical evaluations of AI. This confirms that students who value institutional oversight are also more likely to consider the ethical implications of AI tools. Such findings resonate with current regulatory debates in the European Union, where legal frameworks like the AI Act are designed to promote algorithmic transparency and reduce systemic bias in education (Almeida et al., 2022; Gross, 2023). In this regard, regulation functions not only as a legal tool but also as a symbolic guarantee of ethical responsibility, reinforcing students' trust in technological adoption.

A similarly strong relationship was observed for H3, which posited that the perception of change in academia due to AI influences ethical awareness. The hypothesis was confirmed with high significance ($\beta = 0.346$, $p < 0.001$), indicating that students who foresee a transformational impact of AI on academic life are more likely to consider its ethical consequences. This aligns with findings by Malik et al. (2023), who observed that concerns about academic integrity intensify as universities increasingly adopt AI-powered systems. The perception of disruption appears to catalyse reflection on the normative implications of these technologies.

H4 addressed potential cross-cultural differences, proposing that nationality influences students' ethical perceptions of AI. The hypothesis was confirmed ($\beta = 0.131$, $p < 0.05$), with Spanish students expressing stronger ethical concerns than their Romanian counterparts. This result supports the previous literature highlighting the cultural embeddedness of technological values and the role of national regulatory traditions in shaping ethical frameworks (Marginson & Yang, 2022; Wright, 2024). For instance, the emphasis on individual rights in Western European contexts may foster more pronounced ethical expectations regarding AI in education.

Conversely, H5 - which examined the role of gender - was not supported ($\beta = 0.004$, ns). Although previous studies have shown that women may demonstrate higher ethical sensitivity in relation to AI applications, particularly concerning gender bias in algorithms (Abdollahi et al., 2024; Cernadas & Calvo-Iglesias, 2020), such differences were not statistically meaningful in our sample. This could be attributed to the growing generalisation of ethical discourse among youth, transcending traditional gendered moral frameworks.

Finally, H6 hypothesised that greater knowledge of AI would be associated with stronger ethical concern. This was also not supported ($\beta = -0.013$, ns). Despite existing research suggesting that technical understanding enhances awareness of algorithmic risks and fairness (Rasul et al., 2023), our findings suggest that students' ethical positions may be more influenced by external cues - such as regulation or perceived impact - than by their own cognitive mastery of AI systems.

5. Discussion and contributions to the academic debate

AI expands the horizon of scholars, professionals and academics, especially in higher education. The perspective of how each educational context is culturally driven is also reflected in AI management and use. Regarding higher education, these global decentralized systems are a double-edged sword, either promoting diversity and different societies or transferring rancid stereotypes applied to culture, gender, age, nationality, among other factors. These reflections on education are also translated into how AI generates knowledge. Therefore, this paper provides important insights into the relationship between the perception of AI regulation and its ethical judgement in higher education.

Cultures in societies represent a real challenge for this innovative digital world that education is experiencing. This rapid evolution of technology and how it should be applied to higher education lessons and research develop a double task. On the one hand, scholars and academics need to deepen their understanding in AI, and on the other, students are required to participate responsibly in AI implementation. Higher education and, in general, all sectors are completely linked to follow the same direction when talking about AI. For that reason, regulations and the legal framework controlling AI should align with every single one of the areas of the society. Not only should culture be mentioned as the main factor to approach ethics, but also how ethics can determine respect when adopting diverse cultures. Regulations in AI should foster coeducation, diversity, and multiculturalism for the sake of addressing cultural differences and ethical integration. The evidence in this paper shows that AI regulation is perceived as a fundamental factor in ensuring the ethical adoption of this technology, a finding with direct implications for the development of educational policies and regulations in the field of artificial intelligence (ÓhÉigearthaigh et al., 2020; Daly et al., 2019).

The fact that AI Performance is not a significant factor for students' reasoning on AI protocols suggests that is not enough to ensure a responsible and ethical use of it. This is especially relevant in a context where the implementation of AI in education is becoming increasingly common. Therefore, there is a need to look for other cues that support students' reflections and critical thinking that contribute to the improvement of these ethical regulations (Benouachane, 2024; Al Naqbi et al., 2024). Apart from this consideration, it has been emphasised that regulating AI ethics promotes students' trust in this technological implementation. As well, the normative helps academic integrity to be even more safeguarded.

The significant differences found between nationalities reinforce the importance of considering cultural factors when designing and implementing regulatory frameworks for AI in higher education. The fact that Spanish students show greater sensitivity towards ethical aspects compared to Romanian students indicates that perceptions of AI and its ethical use are not homogeneous and are influenced by cultural context. However, gender does not affect this sensitivity as generations have changed and evolved to address the same discourse regarding ethics and morality in this AI panorama.

Independently of cultures, human sight and control should prevail over the automatized digital processes. AI improves academic efficiency, but it is based on data or even creation, and this knowledge generation needs constant revision. Could it be mentioned that this AI also requires maturing more to adjust and be adapted to the needs of the user, a concern which is echoed by Bhimavarapu (2023), who highlights the risk of reduced creative autonomy in writing-based disciplines. In this case, as it has been studied, AI should embrace human diversity, addressing cultures and values. Obviously, experts on this matter have a crucial role in developing intelligence abilities to perceive attitudes and react to these inherent social-cultural behaviours. If such perfection in the performance of AI is achieved, it also means that society has also evolved in terms of values and morality. What is more, students currently work on this ethical outlook in higher education by promoting internationalized contexts where diversity, culture and inclusion are mingled to form a globalized background. Therefore, it is essential to transfer this knowledge and ethical practices to digital automatized scenarios. It has been even confirmed that knowledge of AI does not influence concerns on the ethics, thus it should be mandatory to work on these values and critical judgments on a non-automated basis, but on the traditional educational context of the class scenario.

All in all, the AI panorama encompasses a whole spectrum of areas to improve, and, thus, this paper focuses on the ethic and regulatory one. Policymakers should take into account the emotional and social interpretation that AI lacks to develop a robust legal framework that achieves the aim of decision-making processes, data management and non-detrimental impact on people. Governments ought to tackle this regulatory procedure as AI emotional and social development could help many areas that would experience more personalized and human understanding. For instance, in higher education, learning could become more autonomous, individualized and dynamic.



6. Conclusions and practical implications

The validated SEM model in this study reinforces the need to implement clear and effective regulatory frameworks that guide the use of AI in higher education. Educational institutions and policymakers should consider these cultural differences and student expectations when establishing guidelines that promote the ethical and responsible use of AI. Our findings contribute to the academic debate on AI adoption, providing empirical evidence of the importance of regulation and ethical perceptions in integrating this technology into educational settings.

Students should be prepared for a still non-existing future based on AI, and they should be able to judge ethics on AI tasks. Therefore, future professionals need a regulatory basis on this matter. Data analysis and more detailed practices will be part of the procedures that they will have to confront in their workplaces. It exists a long path between the present AI and the one that is yet to come. However, this favourable process, although arduous, will have a real and meaningful impact on higher education. Without a shadow of a doubt, from the beginning should it be essential to work on ethics and multiculturalism when developing AI procedures and protocols to ensure a smooth transition into the inclusion of this knowledge of engineering within all areas of education.

In higher education, academics and professionals are expected to engage in continuous learning to keep up with digital developments such as artificial intelligence. Addressing the challenges related to AI ethics and regulation will require cooperation between different academic fields and institutions. Without appropriate training, some universities may face difficulties in adapting to these changes, especially in terms of digital and international integration. Basic intercultural skills and international collaboration may help inform regulatory discussions. Sharing knowledge between researchers, educators, and policymakers can contribute to the development of frameworks that aim to be inclusive and balanced.

Being all previous aspects of AI considered, it can be said that ethics and culture in terms of regulatory aspects should be stated in order to promote justice and fairness among data, avoid biased contexts and respect cultural diversity. In other words, contributing to the responsibility, transparency and accountability of the social impact that AI may have on diverse social lifestyles.

7. Limitations of the study

The previous research presents certain limitations that may have restricted the depth of the comparison between participants of the two nationalities. Specifically, the sample could have been broadened by including university professors or staff members from the institutions where the data were collected. This expansion would have allowed for a more comprehensive analysis of some of the proposed hypotheses. For instance, the level of cognitive mastery typically exhibited by these academic profiles could provide additional insights into how such expertise influences their perceptions and concerns regarding the ethical implications of AI.

8. Future lines of research

This paper determines the factors that need to be considered when developing the regulatory framework of AI in higher education. Ethics and cultures should be present within this automatized digital era if the society wants to evolve within the AI panorama. Therefore, future field of research is opened to inquire how ethics and cultures have been considered and put into practice within further regulatory backgrounds and whether the higher education experts and students have controlled, and above all, have managed these biased data in vulnerable areas of AI application.

Acknowledgements

The authors would like to express their sincere gratitude to all the individuals who generously and voluntarily participated in the survey. Their time, effort, and willingness to share their experiences and perceptions have been essential to the development of this research. Without their valuable contributions, this study would not have been possible.

Funding

The corresponding author (J. H. C) discloses receipt of financial support for the research, authorship and/or publication of this article. The authors acknowledge financial support from ERASMUS+ programme.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Stoica, R., Díaz-Reyes, L., Acosta-Gijón, D., & Heredia-Carroza, J. (2026). Ethics and regulation of AI in higher education: a comparative study of spanish and romanian students using SEM. *Campus Virtuales*, 15(2), 77-89. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1704>

References

- Abdollahi, A., Ghaznavi, M., Karimi Nejad, M. R., Mari Oriyad, A., Abbasi, R., Salesi, A., Behjati, M., Rohban, M. H., & Soleymani Baghshah, M. (2024). GABInsight: Exploring gender-activity binding bias in vision-language models. arXiv preprint arXiv:2407.21001. doi: <https://doi.org/10.3233/faia240555>
- Akhtar, M. A. K., Kumar, M., & Nayyar, A. (2024). The Importance of Ethical Governance in Explainable AI. In *Towards Ethical and Socially Responsible Explainable AI: Challenges and Opportunities* (pp. 227-260). Cham: Springer Nature Switzerland. doi: https://doi.org/10.1007/978-3-031-66489-2_8
- Al Naqbi, H., Bahroun, Z., & Ahmed, V. (2024). Enhancing Work Productivity through Generative Artificial Intelligence: A Comprehensive Literature Review. *Sustainability*, 16(3), 1166. doi: <https://doi.org/10.3390/su16031166>
- Almeida, D., Shmarko, K., & Lomas, E. (2022). The ethics of facial recognition technologies, surveillance, and accountability in an age of artificial intelligence: A comparative analysis of US, EU, and UK regulatory frameworks. *AI and Ethics*, 2(4), 377-387. doi: <https://doi.org/10.1007/s43681-021-00077-w>
- Benouachane, H. (2024). AI in higher education: Balancing pedagogical benefits and ethical challenges. *International Journal of AI in Education*, 12(1), 101-115. doi: <http://dx.doi.org/10.6084/m9.figshare.26349289>
- Bhimavarapu, V. (2023). The Impact of Generative AI on Human Productivity in Creative Writing. *Journal of Student Research*, 12(3). doi: <https://doi.org/10.47611/jsrhs.v12i3.4780>
- Boch, A., Hohma, E., & Trauth, R. (2022). Towards an accountability framework for AI: Ethical and legal considerations. Institute for Ethics in AI, Technical University of Munich: Munich, Germany. doi: <https://doi.org/10.1007/s43681-024-00468-9>
- Buolamwini, J., & Gebru, T. (2018). Gender shades: Intersectional accuracy disparities in commercial gender classification. *Proceedings of Machine Learning Research*, 81, 1-15.
- Camilleri, M. A. (2024). Artificial intelligence governance: Ethical considerations and implications for social responsibility. *Expert systems*, 41(7), e13406. doi: <https://doi.org/10.1111/exsy.13406>
- Cernadas, E., & Calvo-Iglesias, E. (2020). Gender Perspective in Artificial Intelligence (AI). *Proceedings of the Eighth International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality (TEEM'20)*, 173-176. doi: <https://doi.org/10.1145/3434780.3436658>
- Chauke, T. A., Mkhize, T. R., & Methi, L. (2024). Postgraduate students' perceptions on the benefits associated with artificial intelligence tools on academic success: In case of ChatGPT AI tool. *Journal of Curriculum Studies Research*, 6(1), 75-92. doi: <https://doi.org/10.46303/jcsr.2024.4>
- Daly, A., Hagendorff, T., Hui, L., Mann, M., Marda, V., Wagner, B., ... & Witteborn, S. (2019). Artificial intelligence governance and ethics: global perspectives. arXiv preprint arXiv:1907.03848. doi: <https://doi.org/10.2139/ssrn.3414805>
- Erdélyi, O. J., & Goldsmith, J. (2018). Regulating Artificial Intelligence: Proposal for a Global Solution. In *2018 AAAI/ACM Conference on AI, Ethics, and Society (AIES '18)* (pp. 95-101). ACM. <https://doi.org/10.1145/3278721.3278731>
- Gaskin, J., & Lim, J. (2017). Model fit measures. AMOS plugin, 2016. Gaskination's StatWiki. <http://statwiki.gaskination.com>
- Gaskin, J., & James, M. (2019). HTMT Plugin for AMOS. Gaskination's StatWiki. <http://statwiki.gaskination.com>
- Greene, T., Dhurandhar, A., & Shmueli, G. (2023). Atomist or Holist? A Diagnosis and Vision for More Productive Interdisciplinary AI Ethics Dialogue. *Patterns*, 4(1), 100652. doi: <https://doi.org/10.1016/j.patter.2022.100652>
- Gross, N. (2023). What ChatGPT tells us about gender: a cautionary tale about performativity and gender biases in AI. *Social Sciences*, 12(8), 435.
- Hair, J. F., Anderson, R. E., & Tatham, R. L. (2010). *Multivariate data analysis* (7th ed.). Prentice Hall.
- Hall, P., & Ellis, D. (2023). A systematic review of socio-technical gender bias in AI algorithms. *Online Information Review*, 47(7), 1264-1279. doi: <https://doi.org/10.1108/oir-08-2021-0452>
- Heredia-Carroza, J., Peña-Vinces, J., Palma, L., & Aguado, L. F. (2025). The impact of anticipated feelings and artist fame on customers' decisions to attend live flamenco shows. *Journal of Destination Marketing & Management*, 36, 100994. <https://doi.org/10.1016/j.jdmm.2025.100994>
- Hongladarom, S. (2021). The Thailand National AI Ethics Guideline: An Analysis. *Journal of Information, Communication and Ethics in Society*, 19(4), 480-491. doi: <https://doi.org/10.1108/JICES-01-2021-0005>



- Jarrah, A. M., Wardat, Y., & Fidalgo, P. (2023). Using ChatGPT in academic writing is (not) a form of plagiarism: What does the literature say. *Online Journal of Communication and Media Technologies*, 13(4), e202346. doi: <https://doi.org/10.30935/ojcm/13572>
- Jobin, A., Ienca, M., & Vayena, E. (2019). The global landscape of AI ethics guidelines. *Nature Machine Intelligence*, 1(9), 389–399. <https://doi.org/10.1038/s42256-019-0088-2>
- Lin, Z. (2023). Why and how to embrace AI such as ChatGPT in your academic life. *Royal Society Open Science*, 10, 230658. doi: <https://doi.org/10.1098/rsos.230658>
- Lowry, P. B., & Gaskin, J. (2014). Partial least squares (PLS) structural equation modelling (SEM) for building and testing behavioural causal theory: When to choose it and how to use it. *IEEE Transactions on Professional Communication*, 57(2), 123–146. <https://doi.org/10.1109/TPC.2014.2312452>
- Malik, A., Khan, M. L., & Hussain, K. (2023). How is ChatGPT transforming academia? Examining its impact on teaching, research, assessment, and learning. Examining its impact on teaching, research, assessment, and learning (April 9, 2023). doi: <https://doi.org/10.2139/ssrn.4413516>
- Marginson, S., & Yang, L. (2022). Individual and collective outcomes of higher education: A comparison of Anglo-American and Chinese approaches. *Globalisation, Societies and Education*, 20(1), 1–31. doi: <https://doi.org/10.1080/14767724.2021.1932436>
- Mertanen, K., & Brunila, K. (2024). Fragile utopias and dystopias? Governing the future(s) in the OECD youth education policies. *Globalisation, Societies and Education*, 22(5), 942–953. doi: <https://doi.org/10.1080/14767724.2022.2121687>
- Montgomery, M. (2023). Safe, Productive, Efficient, Accurate, and Responsible (SPEAR) AI Systems. KYield Working Paper.
- Nemorin, S. (2024). Towards decolonising the ethics of AI in education. *Globalisation, Societies and Education*. doi: <https://doi.org/10.1080/14767724.2024.2333821>
- ÓhÉigeartaigh, S. S., Whittlestone, J., Liu, Y., Zeng, Y., & Liu, Z. (2020). Overcoming barriers to cross-cultural cooperation in AI ethics and governance. *Philosophy & Technology*, 33, 571–593. doi: <https://doi.org/10.1007/s13347-020-00402-x>
- Ozga, J. (2012). Governing knowledge: Data, inspection and education policy in Europe. *Globalisation, Societies and Education*, 10(4), 439–455. doi: <https://doi.org/10.1080/14767724.2012.735148>
- Pillai, V. (2024). Enhancing Transparency and Understanding in AI Decision-Making Processes. *IRE Journals*, 8(1), 168–172. doi: <https://doi.org/10.5121/ijci.2024.080101>
- Podsakoff, P. M., MacKenzie, S. B., Lee, J.-Y., & Podsakoff, N. P. (2003). Common method biases in behavioral research: A critical review of the literature and recommended remedies. *Journal of Applied Psychology*, 88(5), 879–903. <https://doi.org/10.1037/0021-9010.88.5.879>
- Rasul, T., Nair, S., Kalendra, D., & Robin, M. (2023). The role of ChatGPT in higher education: Benefits, challenges, and future research directions. *Journal of Higher Education Research*, 10(3), 145–157. doi: <https://doi.org/10.37074/jalt.2023.6.1.29>
- Sandoval-Martin, T., & Martínez-Sanzo, E. (2024). Perpetuation of gender bias in visual representation of professions in the generative AI tools DALL-E and Bing Image Creator. *Social Sciences*, 13(5), 250. doi: <https://doi.org/10.3390/socsci13050250>
- Solakias, K., Peña-Vinces, J., & Lopez-Bonilla, J. M. (2021). Value co-creation and perceived value: A customer perspective in the hospitality context. *European Research on Management and Business Economics*, 28(1), 100175. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jedeen.2021.100175>
- Stanford. (2023). AI for Social Good. Stanford University. Retrieved from <https://ai.stanford.edu>
- Sun, L., Wei, M., Sun, Y., Suh, Y. J., Shen, L., & Yang, S. (2024). Smiling women pitching down: Auditing representational and presentational gender biases in image-generative AI. *Journal of Computer-Mediated Communication*, 29(1). doi: <https://doi.org/10.1093/jcmc/zmad045>
- Taiwo, A., Cheye, S. & Ifeoluwa, M. (2023). Geographic Information Systems-Based (GIS) Accessibility Analysis for Neighbourhood Parks: The Case of McDonough County, Illinois. *World Journal of Advanced Research and Reviews*, 23(3). doi: <https://doi.org/10.30574/wjarr.2024.23.3.2677>
- Tidjon, L. N., & Khomh, F. (2022). The Different Faces of AI Ethics Across the World: A Principle-Implementation Gap Analysis. *ArXiv*. doi: <https://doi.org/10.1109/tai.2022.3225132>
- Treude, C., & Hata, H. (2023). She elicits requirements and he tests: Software engineering gender bias in large language models. *arXiv preprint arXiv:2303.10131*. doi: <https://doi.org/10.1109/msr59073.2023.00088>
- Tuzov, V., & Lin, F. (2024). Two paths of balancing technology and ethics: A comparative study on AI governance in China and Germany. *Telecommunications Policy*, 48(10), 102850. doi: <https://doi.org/10.1016/j.telpol.2024.102850>
- Wiredu, J. K., Abuba, N. S., & Zakaria, H. (2024). Impact of Generative AI in Academic Integrity and Learning Outcomes: A Case Study in the Upper East Region. *Asian Journal of Research in Computer Science*, 17(8), 70–88. doi: <https://doi.org/10.9734/ajrcos/2024/v17i7491>
- Wright, J. (2024). The Development of AI Ethics in Japan: Ethics-Washing Society 5.0? *East Asian Science, Technology and Society: An International Journal*, 18(2), 117–134. doi: <https://doi.org/10.1080/18752160.2023.2275987>
- Xu, J., Lee, T., & Goggin, G. (2024). AI governance in Asia: policies, praxis and approaches. *Communication Research and Practice*, 10(3), 275–287. doi: <https://doi.org/10.1080/22041451.2024.2391204>
- Zhu, J. (2024). AI ethics with Chinese characteristics? Concerns and preferred solutions in Chinese academia. *AI & Society*, 39(3), 1261–1274. doi: <https://doi.org/10.1007/s00146-022-01578-w>

Implementación de herramientas basadas en inteligencia artificial en la docencia universitaria: experiencia piloto en los grados de trabajo social y educación social

Implementation of tools based on artificial intelligence in university teaching: pilot experience in social work and social education degrees

Rubén Calero-Del Valle¹, Aleix Morilla-Luchena²,
Ana Vallejo-Andrada², Elena Ferri-Fuentevilla²

¹ Universidad de Castilla-La Mancha, España

² Universidad de Huelva, España

ruben.calero@uclm.es , aleix.morilla@dstso.uhu.es , ana.vallejo@dstso.uhu.es ,
elena.ferri@dstso.uhu.es

RESUMEN. Este artículo presenta una experiencia piloto de innovación docente orientada a la incorporación de herramientas basadas en inteligencia artificial (IA) en la formación universitaria de los grados en Trabajo Social y Educación Social. Mediante un diseño cuasiexperimental pre-post, se analizó el impacto de una intervención formativa en el aula, evaluando diversas dimensiones del alumnado, como el conocimiento, la percepción de utilidad, la disposición para su aplicación futura y la identificación de límites éticos. La muestra estuvo compuesta por 153 estudiantes en el pre-test y 141 en el post-test. Los resultados evidencian mejoras significativas tras la intervención, así como una valoración muy positiva por parte del alumnado. Se concluye que la integración de la IA en el ámbito docente favorece el desarrollo de competencias críticas, digitales y éticas, aportando evidencias relevantes para su inclusión en los planes de estudio en contextos socioeducativo.

ABSTRACT. This article presents a pilot experience of teaching innovation aimed at incorporating tools based on artificial intelligence (AI) into university training for the degrees in Social Work and Social Education. Using a quasi-experimental pre-post design, the impact of a classroom training intervention was analyzed, assessing various student dimensions such as knowledge, perceived usefulness, willingness for future application, and identification of ethical boundaries. The sample consisted of 153 students in the pre-test and 141 in the post-test. The results show significant improvements after the intervention, as well as a very positive evaluation by the students. It is concluded that integrating AI into the teaching environment promotes the development of critical, digital, and ethical competencies, providing relevant evidence for its inclusion in curricula within socio-educational contexts.

PALABRAS CLAVE: Inteligencia artificial, Innovación educativa, Educación superior, Trabajo social, Educación social.

KEYWORDS: Artificial intelligence, Teaching innovation, Higher education, Social work, Social education.

1. Introducción

En los últimos años, el avance de la inteligencia artificial (IA) ha comenzado a transformar múltiples dimensiones de la vida cotidiana, incluyendo el ámbito educativo. Este fenómeno plantea retos significativos, pero también abre oportunidades para mejorar y redefinir los procesos de enseñanza-aprendizaje en la educación superior. En este contexto, el presente trabajo se enmarca dentro del proyecto de innovación docente SocialT²: Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica del trabajo social, financiado por la Universidad de Huelva (convocatoria competitiva 2024-2025), cuyo propósito es explorar las posibilidades de incorporar herramientas basadas en IA a la formación universitaria en Trabajo Social y Educación Social.

El objetivo principal de esta experiencia piloto ha sido diseñar, aplicar y evaluar una intervención docente orientada a introducir el uso de herramientas de IA (como ChatGPT, Consensus y Chat with PDF) en actividades académicas específicas, valorando su impacto en la seguridad autopercibida del alumnado para integrar estas tecnologías en su futura práctica profesional. Esta propuesta surge ante la creciente demanda de que el sistema universitario responda con mayor flexibilidad y adaptación a las nuevas competencias digitales que exige el entorno laboral, especialmente en el sector social y educativo.

La importancia de realizar este estudio reside en la necesidad de ofrecer evidencias empíricas que orienten la incorporación responsable y efectiva de estas tecnologías en la docencia. A pesar del creciente interés académico por la IA en educación, su implementación en las ciencias sociales sigue siendo incipiente. Esto resulta especialmente relevante en disciplinas como el Trabajo Social y la Educación Social, donde el uso de IA puede contribuir a optimizar procesos de gestión, análisis de información y toma de decisiones, sin perder de vista los desafíos éticos asociados.

Además, esta experiencia formativa se ha diseñado desde un enfoque participativo, incorporando tanto sesiones teóricas como prácticas, y promoviendo la reflexión crítica sobre los límites y posibilidades del uso de la IA en la intervención profesional. A través de una metodología cuasiexperimental con pre y post-test, aplicada a estudiantes de diversas asignaturas en los grados mencionados, se ha buscado evaluar no solo el conocimiento y la percepción del alumnado, sino también su disposición a integrar estas herramientas en contextos reales de intervención social.

En definitiva, este trabajo pretende aportar evidencias y propuestas concretas para avanzar hacia una formación universitaria que no solo incluya contenidos sobre tecnología, sino que permita desarrollar competencias críticas, éticas y prácticas para el uso de la inteligencia artificial en contextos profesionales complejos. Los resultados que se presentan a continuación permiten valorar tanto los efectos inmediatos de esta intervención como los retos que aún deben abordarse para lograr una integración adecuada de la IA en la educación superior del ámbito social.

2. Revisión de la literatura

La Inteligencia Artificial (IA) ha alcanzado en los últimos años amplios usos en diversos campos laborales, por lo que se considera necesario introducir cambios en las políticas públicas de todo el sistema educativo, y principalmente en el sistema educativo universitario, al que cada vez se insta en mayor medida a flexibilizar sus procesos y adaptarse a esta nueva realidad (González-Campos et al., 2024). La IA, implementada de una forma efectiva y ética, se considera con el potencial de transformar considerablemente la educación superior y otros niveles educativos a nivel global, pudiendo contribuir a la mejora de la calidad de la enseñanza y el aprendizaje, así como aumentar la eficiencia y efectividad de los procesos administrativos (Mejía-Benavides et al., 2023).

Por su parte, autores/as como Cordón García (2023) sostienen que los recientes desarrollos de la IA generativa han irrumpido en la Educación a un ritmo vertiginoso, y consideran que esta tecnología puede proporcionar un apoyo fundamental en un entorno de enseñanza (diseño del aprendizaje con herramientas de



IA) y evaluación (basada en las mismas actividades del aprendizaje), aunque no obvia la necesidad de una alfabetización en estas cuestiones y la necesidad de abordar algunos riesgos y desafíos, tales como posibles sesgos y discriminación hacia ciertos grupos de estudiantes, cuestiones relacionadas con la privacidad y seguridad de datos, acceso equitativo, calidad de la educación y precisión en los sistemas de IA utilizados para evaluar al estudiantado.

En esta línea, Hernández León y Rodríguez-Conde (2024) estiman que la introducción de la IA ha supuesto el comienzo de un cambio de paradigma en el proceso enseñanza-aprendizaje, y señalan que la evaluación educativa universitaria va a enfrentar grandes desafíos como por ejemplo la creación de normativa específica en el uso de la IA en el ámbito educativo, la seguridad y privacidad de los datos, los accesos no autorizados a los datos o el plagio e integridad académica.

Este cambio de paradigma también es abordado por Toledo-Lara (2024), quién considera que en el contexto universitario la IA se presenta como una oportunidad para repensar y reorientar las nuevas formas en las que se ha de trabajar en el proceso pedagógico, desde la competencia digital hacia una transformación digital, subrayando que dado su carácter emergente y progresivo, se considera necesario establecer un conjunto de elementos que sirvan de punto de partida para el tratamiento analítico, crítico y tecnoético de lo que conlleva la integración de la IA en la universidad.

Por su parte, Rivero Panaqué y Beltrán Castañón (2024) indican que, con la extensión del uso de la IA en el contexto educativo, ya se están utilizando herramientas que facilitan la creación de videos, textos e imágenes, que ayudan con las tareas diarias del alumnado, lo que ha implicado replantear las estrategias de enseñanza y evaluación que el personal docente realiza durante su práctica, principalmente en la educación superior, quedando en evidencia la necesidad de lograr una mayor reflexión y un pensamiento crítico en torno a las implicaciones, desafíos y oportunidades, de la introducción de la IA en la educación.

Otros autores/as como Holguín Llor et al. (2024) manifiestan la necesidad de un marco estratégico para la implementación de la IA en el sistema universitario, de manera que se garantice la incorporación de esta tecnología de manera equitativa, ética y centrada en el estudiantado, proponiendo en este marco y como estrategias de implementación la formación y desarrollo profesional (con programas de capacitación e incentivos a la innovación), alianzas y colaboraciones (tanto con empresas del ámbito tecnológico como redes académicas y de investigación) y el desarrollo de proyectos piloto, como el que es objeto de este trabajo, con escalamiento gradual de manera que pueda expandirse la implementación de IA en base a la evaluación de estos pilotos.

Algunos estudios han evidenciado una visión positiva sobre la implementación de la IA entre el estudiantado, con correlaciones que sugieren que una actitud positiva hacia la IA en el ámbito académico podría traducirse en una mayor confianza en las habilidades relacionadas con la misma en su uso en contextos profesionales (Gutiérrez De León et al., 2024). Otros estudios parecen indicar que la incorporación de la IA en las universidades mejora el aprendizaje del estudiantado (AlAjmi, 2021; Mohanachandran et al., 2021). Además, conceptos como el de big data se consideran útiles para un adecuado desarrollo inclusivo y sostenible en la educación y en la docencia (Incio Flores et al., 2022).

De hecho, existen autores/as que defienden la formación de educadores/as con el uso de herramientas digitales por las exigencias del futuro rol de las IA. Los/as profesionales de la docencia tendrán que adaptarse a las exigencias tecnológicas que marcarán la docencia y que desde la Covid-19 han crecido exponencialmente (Matas-Terrón et al., 2020). En ciertas revisiones de la literatura sobre IA en educación (Incio Flores et al., 2022), se han evidenciado resultados positivos de experiencias satisfactorias desarrolladas en el aula, donde ha incrementado el rendimiento académico, ha mejorado la motivación del aprendizaje, mejoras en el rendimiento académico y prevención del abandono escolar, además de resultados relevantes en la retroalimentación de conocimientos y tutorías inteligentes.

En cuanto a los riesgos de sustitución de profesores/as e instructores/as mediante la automatización o el uso de IA, Frederick (2023) defiende que el riesgo es bajo (lo cuantifica 1/10). Alonso-Arévalo y Quinde-Cordero (2023) defienden la necesidad de usarla y de reducir la preocupación de investigadores/as y educadores/as, debido a que facilitan la reducción de las tareas cotidianas en la vida diaria y en los diferentes trabajos. Aunque sean potentes las IA, no logran sustituir la comprensión y pensamiento crítico de los humanos, debiéndose usar con cautela en el sistema educativo.

Las ventajas del uso de las IA en la docencia no son sólo para quienes educan, sino también para el estudiantado. En esa línea, puede desarrollar una serie de capacidades reflexivas y críticas que mejoren sus aptitudes como alumno/a. Es por ello que los/as docentes requieren también de aptitudes que permitan lo máximo posible el fomento de la autonomía intelectual y la adquisición de conocimientos correspondientes. No puede reducirse el rol de los/as docentes en la mera enseñanza, también debe enfocarse al aprendizaje y a la promoción de potencialidades metacognitivas del alumnado, complementándose con las inquietudes, las necesidades y el modo de pensamiento que presente el estudiantado. En definitiva, se plantea la mediación didáctica desde la IA con la integración del aprendizaje crítico y la enseñanza mediante las herramientas tecnológicas, permitiendo la adaptación del proceso de enseñanza-aprendizaje a las necesidades personales de cada alumno/a mediante la generación de las preferencias, las dificultades del alumnado y los patrones de aprendizaje (Aguilar Castillo et al., 2024).

Estos argumentos apuntan a que las tecnologías se usen para la capacitación tanto del alumnado como del profesorado, sin que sea un perjuicio para este último. No se trata de reemplazar las funciones del profesorado, sino de mejorarlas o complementarlas. En el proceso educativo, resulta imprescindible la labor de los/as docentes debido a que potencia el desarrollo socioemocional, la empatía y el pensamiento crítico del alumnado. Estas funciones pueden recibir mayor atención gracias a la liberalización del tiempo que pueda generar las IA (Torrent, 2015).

No obstante, los aspectos éticos y de privacidad no deben obviarse a la hora de considerar cómo las herramientas y tecnologías basadas en la IA pueden mejorar los procesos de enseñanza-aprendizaje. En esta línea autores como Aguilar Castillo et al. (2024) y Cordon García (2023), defienden un control de los aspectos éticos de las IA en la enseñanza. Se plantean por tanto importantes desafíos en torno a la equidad, responsabilidad y transparencia; por consiguiente, aparecen necesidades relativas a implementar políticas claras y mecanismos que propicien el control sobre el uso ético de las IA en los procesos de enseñanza-aprendizaje del sistema educativo. Este proceso de reflexión crítica debe ser realizado por investigadores/as, docentes y aquellas personas responsables de las políticas educativas, requiriendo una gran labor participativa por todas las partes. Con la finalidad de velar por los principios pedagógicos y contando con la colaboración interdisciplinaria entre diferentes profesionales y expertos/as en tecnología e IA, educación y ética (Aguilar Castillo et al., 2024).

Todo ello, sin olvidar que la colaboración interdisciplinaria debe ir acompañada de una legislación que garantice los derechos que podrían verse vulnerados por la intervención de la IA en educación (no discriminación e igualdad, privacidad, dignidad, honor, propiedad intelectual, protección de datos, entre otros), habiéndose promovido en este sentido el término de “IA responsable” (Díaz-Rodríguez, et al., 2023).

El desarrollo de la IA tampoco ha sido ajeno a los servicios sociales y a la práctica del trabajo social y la educación social. Castillo De Mesa (2019) señalaba cómo los desarrollos tecnológicos ya se venían aplicando a los servicios sociales (inteligencia artificial, big data, el blockchain, machine learning, etc...). Por su parte, Minguijon y Serrano-Martínez (2022) identificaron una serie de experiencias de la IA en el campo de los servicios sociales, destacando entre sus conclusiones las dificultades respecto a la transferencia del conocimiento, dificultando el aprendizaje mutuo y que puedan extenderse aquellas prácticas que pudieran ser exitosas.

Más recientemente, la revisión sistematizada realizada en este sentido por Vallejo Andrada et al. (2024)

Calero-Del Valle, R., Morilla-Luchena, A., Vallejo-Andrada, A., & Ferri-Fuentevilla, E. (2026). Implementación de herramientas basadas en inteligencia artificial en la docencia universitaria: experiencia piloto en los grados de trabajo social y educación social. *Campus Virtuales*, 15(2), 91-103.
<https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1708>



refleja el aumento de interés científico en esta temática y en este campo profesional, destacando que los estudios analizados evidencian la necesidad de aplicar la IA para optimizar los procesos de gestión, prevención, detección e intervención en los servicios sociales. Desde un enfoque cualitativo, también el trabajo realizado por Morilla-Luchena et al. (2024) evidencia la necesidad de formación a la hora de diseñar estrategias para el proceso de digitalización y modernización tecnológica en organizaciones de servicios sociales, planteándose nuevas demandas y oportunidades de formación de manera que los/as profesionales puedan mantenerse actualizados/as con la evolución de las tecnologías en general y el crecimiento e implementación de la IA en particular. Por su parte, Martínez-Pérez (2024) señala también que para el uso de la IA en el sector socioeducativo es necesario fomentar la formación, tanto de profesionales de la educación social como del alumnado de grado, y subraya que herramientas y aplicaciones de IA pueden utilizarse y ser de gran ayuda en la acción socioeducativa.

Esta realidad no es, ni debería, ser ajena a los planes de estudios de los grados en trabajo social y educación social, tanto desde el punto de vista de la formación del estudiantado como para la adquisición de competencias relacionadas con el uso de la IA y que previsiblemente demandará el mercado laboral. Aguinaga et al. (2025) realizan una valoración analítica en la que señalan que la IA generativa se encuentra cada vez más presente en la práctica educativa tanto de estudiantes como de profesorado en trabajo social, señalando que la inclusión de este tipo de tecnologías en las aulas debe estar basada en su capacidad para favorecer la construcción de los conocimientos que buscamos en el estudiantado, y no por una cuestión de moda o gusto personal. También Rodríguez Rivera y Manzano León (2024) han constatado que la incorporación de herramientas de IA como ChatGPT en el proceso educativo del estudiantado de educación social ha tenido un impacto positivo significativo, señalando una mejora de competencias transversales y en la percepción general del estudiantado sobre el uso de estas tecnologías.

Por su parte, el estudio de García González et al. (2024) revela que el conocimiento general sobre la IA entre los/as profesionales del trabajo social es limitado y su implementación en dicho campo es aún incipiente, si bien identifican beneficios potenciales y una mayor disposición a emplear aplicaciones de IA en la intervención indirecta que en la directa, percibiendo como riesgo la posibilidad de que las aplicaciones de IA afecten la capacidad de tomar decisiones y señalando también la necesidad de proporcionar formación sobre IA para el trabajo social, que asegure una implementación responsable y efectiva, garantizando la observancia de los principios éticos.

3. Metodología

3.1. Procedimiento

Los resultados de la presente investigación forman parte de un proyecto de innovación docente, financiado por la Universidad de Huelva en la convocatoria competitiva 2024-25, titulado: SocialT²: Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica del trabajo social. En el cual, dentro de sus actividades 1 y 2, se contemplaba una sesión formativa de Búsqueda y Análisis de Literatura Científica con Herramientas de IA: Consensus y Chat with PDF, así como ejemplos de prompts relacionados con diagnósticos en trabajo social; prompts para generar tablas y prompts para definir indicadores de resultados y evaluar el éxito del proyecto.

Por ello, con el objetivo de evaluar el impacto de nuestra intervención en la seguridad auto percibida del alumnado para la utilización de la IA, realizamos un estudio cuasiexperimental pre-post mediante un diseño cuantitativo a cuatro grupos de estudiantes, de los cuales un grupo correspondía a una asignatura de primero, dos grupos a dos asignaturas de segundo y un grupo a una de tercero, de los grados de trabajo social y educación social de la Universidad de Huelva y la Universidad de Cádiz.

Los datos fueron recogidos durante los meses de septiembre a diciembre de 2024, utilizando una encuesta en línea multidispositivo (De Bruijne & Wijnant, 2013), con compatibilidad para computadoras y dispositivos móviles. Esto permitió a los/as participantes responder desde su dispositivo preferido (teléfonos inteligentes,

tabletas, PC).

Pese a que las dinámicas estaban integradas dentro de las sesiones prácticas de las asignaturas implicadas, el alumnado fue informado con anterioridad vía correo oficial una y dos semanas antes de la sesión y en formato presencial el día acordado para la misma, de su contenido. Siendo voluntaria su participación en las encuestas pre y post, del estudio, consiguiendo una participación del 54.6% del alumnado en el pre-test y del 50.4% en el post-test.

Las dinámicas realizadas en las sesiones prácticas, se comprendía de cuatro bloques de actividades, siendo estos:

- Explicación de la naturaleza de ChatGPT, Consensus y Chat with PDF.
- Sesión teórica sobre el uso de ChatGPT, Consensus y Chat with PDF.
- Ejercicio práctico supervisado con estas herramientas.
- Debate y lluvia de ideas sobre sus aplicaciones en la práctica profesional y los límites éticos de su uso.

3.2. Participantes

La muestra está compuesta por 153 estudiantes en el pre-test y 141 estudiantes en el post test, pertenecientes a las universidades de Huelva y Cádiz, de los grados de educación social y trabajo social, con una edad media de 22.42 (DT: 4.21) años. Dicho alumnado señaló una comprensión media de las actividades planteadas entre el pre-test y el post-test de 4.53/5 (DT:0.9), un grado medio de interés en la sesión de 4.53/5 (DT:0.90) e identificó las herramientas presentadas con una utilidad media de 4.57/5 (DT: 4.57).

3.3. Instrumento

Los instrumentos empleados para la recolección de datos en esta investigación fueron dos cuestionarios diseñados ad hoc, compuestos en el caso del pre-test por dos bloques de preguntas y en el caso del post-test por tres bloques (Ver Gráfico 1), siendo estos: Bloque 1: Variables sociodemográficas; Bloque 2: Conocimiento sobre IA; Bloque 3: Nivel de satisfacción de la actividad.

El primer bloque, común a ambas fases del cuasiexperimento, incluía cinco variables sociodemográficas: universidad, estudios cursados, cursos realizados, género y edad.

El segundo bloque, relacionado con el conocimiento de la IA, contenía variables específicas para el pre-test y el pos-test, diseñadas para evaluar el impacto de la actividad en la muestra.

Para la elaboración de esta investigación se han seleccionado 4 variables del pre-test y 5 variables del post-test, sumando un total de 9 variables en el segundo bloque. Siendo estas en el pre-test: 1) Nivel de conocimiento autopercebido sobre IA; 2) Frecuencia de uso de IA; 3) Seguridad en el uso de IA; 4) Interés en la IA para su profesión.

En el post-test: 1) Mejora del nivel de conocimiento; 2) Probabilidad de uso en futuros trabajos académicos; 3) Percepción de mejora de nivel de seguridad en uso; 4) Probabilidad de aplicación de la IA en futura práctica profesional; 5) Seguridad con la identificación de los límites éticos de la IA.

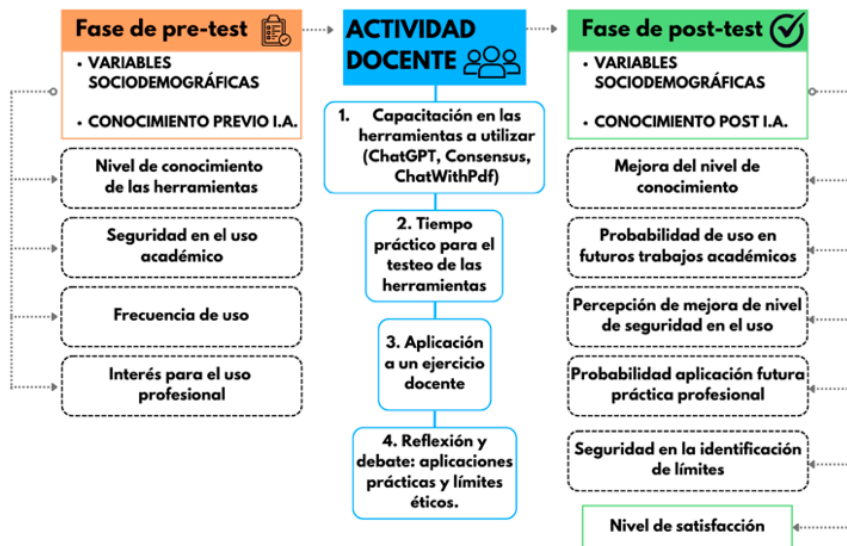


Gráfico 1. Diseño de las fases de pre y post-test en el proyecto de innovación docente. Fuente: Elaboración propia.

En el caso del tercer bloque, incluye el nivel de satisfacción, únicamente presente en el post-test, abarcaba 3 variables: 1) Nivel de comprensión autopercebido de las actividades planteadas; 2) Grado de interés en la sesión; 3) Utilidad de las herramientas presentadas.

Cada variable del cuestionario fue evaluada mediante una única pregunta, formulada en formato respuesta múltiple para el bloque 1 y escala tipo Likert (1-5), para los bloques 2 y 3, donde 1 indicaba [extremo negativo] y 5 indicaba [extremo positivo]. Dando como resultado un total de 9 preguntas seleccionadas para el pre-test y 13 para el post-test.

3.4. Análisis de datos

El análisis univariante y multivariante de la información se llevó a cabo en 3 pasos mediante el paquete estadístico Statistical Package for the Social Sciences (SPSS), versión 22.0. En primer lugar, se analizaron las prevalencias y los porcentajes (%) de las variables sociodemográficas (universidad, estudios cursados, género y edad).

Posteriormente, se calcularon la media (M) y la desviación estándar (DE) de las variables clave del estudio, y se llevó a cabo un análisis de correlaciones de pearson entre las variables del pre-test (nivel de conocimiento autopercebido sobre IA, frecuencia de uso de IA; seguridad en el uso de IA e interés en la IA para su profesión), y las variables del post-test (mejora autopercebida del conocimiento en IA, probabilidad de uso de IA en futuros trabajos, mejora autopercebida en la seguridad del uso de IA, probabilidad de aplicación de IA en la labor profesional y mejora autopercebida en la identificación de los límites éticos de la IA).

En tercer lugar, se realizó un análisis de frecuencia con prueba de Chi-cuadrado para comparar cómo varió la seguridad en IA antes y después de la intervención, obteniendo una comparativa pre-test y post-test.

4. Resultados

Los hallazgos de esta investigación se presentan en tres apartados principales: los estadísticos descriptivos de la muestra; las relaciones entre las diferentes variables, mediante el análisis de correlación pre y post-test; y los diferentes cambios en la distribución de variables, mediante el análisis de Chi-cuadrado.

4.1. Estadísticos Descriptivos de la muestra

En la tabla 1 respecto a los descriptivos de la muestra, puede observarse que en el pre-test participaron 153 estudiantes, de los cuales 115 (75.2%) pertenecían a la Universidad de Huelva y 38 (24.8%) a la Universidad de Cádiz. En cuanto a la titulación, 102 (66.7%) estudiaban el Grado de Educación Social y 51 (33.3%) del Grado de Trabajo Social. Respecto al curso académico, 18 (11.8%) eran de primero, 101 (66%) de segundo y 34 (22.2%) de cuarto. La distribución por género mostró un predominio de mujeres (83.6%) sobre hombres (16.3%). En lo relativo a la edad, el 21.6% del estudiantado tenía entre 18 y 20 años, el 57.5% entre 21 y 23 años, el 15.7% entre 24 y 26 años y el 5.2% 27 años o más.

En el post-test, la muestra estuvo compuesta por 141 estudiantes, de los cuales 114 (80.9%) eran de la Universidad de Huelva y 27 (19.2%) de la Universidad de Cádiz. En relación con la titulación, 93 (66%) cursaban el Grado de Educación Social y 48 (34%) el Grado de Trabajo Social. La distribución por curso académico fue de 9.9% en primero, 68.1% en segundo y 22% en cuarto. La muestra incluyó 119 mujeres y 22 hombres. En lo relativo a la edad, el 21.3% tenía entre 18 y 20 años, el 58.9% entre 21 y 23 años, el 16.3% entre 24 y 26 años y el 3.5% 27 años o más.

	Pre		Post	
Universidad	(n)	(%)	(n)	(%)
Universidad de Huelva	115	75.2	114	80.9
Universidad de Cádiz	38	24.8	27	19.2
Estudios Cursados				
Grado en Educación Social	102	66.7	93	66
Grado en Trabajo Social	51	33.3	48	34
Curso				
Primero	18	11.8	14	9.9
Segundo	101	66	96	68.1
Cuarto	34	22.2	31	22
Género				
Mujer	128	83.6	119	84.4
Hombre	25	16.3	22	15.6
Edad				
18-20 años	33	21.6	30	21.3
21-23 años	88	57.5	83	58.9
24-26 años	24	15.7	23	16.3
27 años y más	8	5.2	5	3.5

Notas: N: Número total.

Tabla 1. Análisis estadístico-descriptivos de la muestra. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Relaciones entre variables: Análisis de correlación

4.2.1. Análisis de correlación Pre-test

En la tabla 2 sobre la correlación pre-test, podemos apreciar que la media del nivel de conocimiento sobre herramientas de búsqueda fue de 2.65 (DE: 0.64). La frecuencia de uso de estas herramientas presentó una media de 3.41 (DE: 0.68) y mostró una correlación positiva significativa con el nivel de conocimiento ($r = 0.292$, $p < 0.01$). En cuanto a la seguridad en el uso de inteligencia artificial (IA) para trabajos académicos, la media fue de 2.97 (DE:0.83), correlacionándose positivamente tanto con el nivel de conocimiento sobre



herramientas de búsqueda ($r = 0.227$, $p < 0.01$) como con la frecuencia de uso de herramientas para búsqueda de información ($r = 0.204$, $p < 0.05$). El interés de la IA para la profesión obtuvo la media más alta ($M: 4.04$, $DE:0.8$), aunque no presentó correlaciones significativas con las demás variables.

Variables	Variables				
	M	DE	1	2	3
1. Nivel de conocimiento de las herramientas de búsqueda	2.65	.642			
2. Frecuencia de uso de herramientas para búsqueda de información	3.41	.684	.292**		
3. Seguridad de uso de IA para trabajos académicos	2.97	.830	.227**	.204*	
4. Interés de la IA para la profesión	4.04	.791	.073	.127	-.11

Notas: M: Media; DE: Desviación Estándar. * $p < .05$; ** $p < .01$

Tabla 2. Análisis de correlación Pre-test. Fuente: Elaboración propia.

4.2.2. Análisis de correlación Post-test

Los resultados del post-test (ver tabla 3) muestran que la mejora en el nivel de conocimiento sobre IA obtuvo una media de 4.13 ($DE = .956$) y correlacionó positivamente con la probabilidad de uso en futuros trabajos ($r = .374$, $p < .01$). Respecto al grado de mejora en la seguridad de uso presentó una media de 3.95 ($DE = .731$) y mostró asociaciones significativas con la mejora del conocimiento ($r = .403$, $p < .01$) y con la probabilidad de uso en futuros trabajos ($r = .485$, $p < 0.01$). En lo relativo a probabilidad de aplicar IA en la práctica profesional obtuvo una media de 4.20 ($DE = .660$) y presentó correlaciones positivas con el resto de las variables, especialmente con la mejora en la seguridad de uso ($r = 0.586$, $p < .01$) y con la identificación de los límites éticos de la IA ($r = .397$, $p < .01$). Finalmente, la seguridad en la identificación de los límites éticos de la IA mostró una media de 3.85 ($DE = .735$) y correlaciones significativas con todas las variables, destacando su asociación con la mejora en la seguridad de uso ($r = .556$, $p < .01$).

Variables	Variables					
	M	DT	1	2	3	4
1. Mejora del nivel de conocimiento	4.13	.956				
2. Probabilidad de uso en futuros trabajos	4.47	.613	.374**			
3. Percepción de mejora del nivel de seguridad para su uso	3.95	.731	.403**	.485**		
4. Probabilidad de aplicación de la IA en futura práctica profesional	4.20	.660	.236**	.586**	.500**	
5. Seguridad con la identificación de los límites éticos de la IA	3.85	.735	.232**	.157*	.556**	.397**

Tabla 3. Análisis de correlación Post-test. Fuente: Elaboración propia.

4.3. Cambios en la distribución de variables: Análisis de Chi-cuadrado

El análisis de Chi-cuadrado (ver tabla 4) muestra diferencias significativas en la distribución de la percepción de seguridad en el uso de IA entre el pre-test y el post-test ($\chi^2 = 90.927$, $p < 0.001$). En el pre-test, el 2.4% de los/as participantes se consideraban muy inseguros/as, el 26.1% inseguros/as, el 45.5% neutrales, el 24.2% seguros/as y el 2% muy seguros/as. Tras la intervención, en el post-test, se registraron un 1.3 % de las personas participantes en la categoría de "muy inseguros/as", mientras que el 14.4% se consideró inseguro/a, el 33.2% neutral, el 39.3% seguro/a y el 12.2% muy seguro/a. Estos resultados reflejan un cambio en la percepción de seguridad en el uso de IA después de la intervención, con una reducción en las categorías de menor seguridad y un aumento en aquellas de mayor confianza.

Seguridad en IA	Pre (%)	Post (%)
Muy inseguro/a	2.6	1.3
Inseguro/a	26.1	14.4
Neutral	45.5	33.2
Seguro/a	24.2	39.3
Muy seguro/a	2	12.2
Prueba estadística	Valor	p-valor
Chi-Cuadrado	90.927	p < .001

¹ Notas: M = media; DE = Desviación Estándar. *p < .05; **p < .01

Tabla 4. Cambios en la distribución de variables. Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

Este estudio aporta evidencia empírica sobre el impacto de una intervención formativa en el uso de herramientas de Inteligencia Artificial (IA) —específicamente ChatGPT, Consensus y ChatwithPDF— en el alumnado de los grados de Educación Social y Trabajo Social, en el marco del proyecto de innovación SocialT², permitiendo extraer una serie de hallazgos relevantes tanto para su discusión académica como para la consideración de este tipo de actividades en el diseño de planes educativos y socioeducativos y la utilización de estas u otras herramientas y su impacto en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En la línea que vienen argumentando varios/as autores/as (Aguinaga et al., 2025; Rivero Panaqué & Beltrán Castañón, 2024), los resultados parecen reflejar que la utilización de herramientas IA para la búsqueda de información y la realización de trabajos académicos, es ya una realidad entre el alumnado universitario de los grados de trabajo social y educación social. Incluso antes de haber llevado a cabo la actividad docente, los resultados del análisis previo reflejaron unas medias a unos niveles medio-altos tanto en la frecuencia de uso de las herramientas para búsqueda de información, como en un elevado interés por la IA para su futura práctica profesional. Sin embargo, dicho uso coexistía con niveles relativamente bajos de conocimiento y seguridad en el manejo, evidenciando una disonancia entre la apropiación tecnológica y la competencia digital crítica (Smahel et al., 2023; Dawson, 2023).

La constatación previa a la intervención de que el alumnado utilizaba herramientas de IA con mayor asiduidad de la que demostraba en conocimiento y seguridad, plantea un escenario de especial consideración para los grados del ámbito social. Dado que la práctica profesional en trabajo Social y educación social demanda un discernimiento ético y deontológico riguroso, además de competencias técnicas, un uso no informado de la IA podría conllevar riesgos. Los análisis de correlación del pre-test confirman esta dinámica: se observó que un mayor conocimiento sobre IA se asociaba positivamente tanto con una mayor frecuencia de uso como con una mayor percepción de seguridad. Esta evidencia empírica también refuerza la premisa, sostenida por autores como Martínez-Pérez (2024) y Morilla-Luchena et al. (2024), de que la formación especializada constituye un pilar fundamental para el desarrollo de una competencia digital integral y segura en la educación superior.

La intervención formativa demostró un impacto notablemente positivo en la preparación del alumnado. Se constató un cambio sustancial en la autopercepción de seguridad respecto al uso de herramientas de IA, duplicándose prácticamente el porcentaje de estudiantes que se sentían competentes tras la formación. Este aumento en la confianza se acompañó de mejoras significativas en el conocimiento autopercebido, la seguridad específica y la capacidad para identificar límites éticos. De manera coherente, los análisis post-intervención revelaron que una mayor adquisición de conocimiento se traducían en una mayor disposición a utilizar la IA en tareas académicas y futuras prácticas profesionales, así como en una mayor sensibilidad hacia sus implicaciones



éticas. Estos resultados refuerzan la tesis, apoyada por Gutiérrez De León et al. (2024) y Mejía-Benavides et al. (2023), sobre el valor de integrar la IA en la docencia mediante estrategias formativas críticas y planificadas

Si bien la seguridad en la identificación de los límites éticos de la inteligencia artificial mejoró significativamente y mostró una correlación positiva con la seguridad general en su uso, este ámbito continúa siendo un reto prioritario en la práctica educativa universitaria. Los resultados evidencian que la intervención fue efectiva, pero también subrayan la necesidad de una formación continua en aspectos éticos (Aguilar Castillo et al., 2024; Córdón García, 2023; Mejía-Benavides et al., 2023). Desde una perspectiva pedagógica, queda claro que la mera exposición a herramientas de IA no garantiza un uso crítico y responsable. Es imprescindible un acompañamiento didáctico que contextualice, cuestione y oriente su aplicación, abordando de manera integrada los componentes técnicos, éticos y profesionales (Aguilar Castillo et al., 2024; Arana, 2021).

En esta línea, Martín-Párraga et al (2022) señalan la necesidad de promover prácticas pedagógicas innovadoras y equitativas que contribuyan al uso ético y reflexivo de la tecnología. Esta cuestión es también relevante en la práctica docente en el Grado de Trabajo Social y Grado de Educación Social, de manera que puedan integrarse estos enfoques en la formación para que los futuros profesionales adquieran competencias digitales (incluyendo herramientas basadas en IA) que les permitan usar las tecnologías de manera informada y responsable en contextos sociales y educativos.

Por tanto, puede plantearse que uno de los principales retos que enfrenta hoy la formación docente y la educación consiste en fomentar el desarrollo de competencias digitales en el profesorado, incorporando la inteligencia artificial en el ámbito educativo y promoviendo que los docentes generen nuevas formas de enseñar y aprender esta visión crítica y reflexiva (Martins & Guimarães Carvalho, 2024).

Adicionalmente, los resultados muestran una evaluación altamente favorable por parte del estudiantado, con puntuaciones medias superiores a 4,5 sobre 5 en dimensiones como la comprensión de las actividades, el interés suscitado y la utilidad percibida de las herramientas. Esta valoración positiva pone de relieve tanto la disposición del alumnado hacia este tipo de propuestas formativas como la relevancia de incorporarlas de manera estructural en los planes de estudio, particularmente en aquellas disciplinas vinculadas a la intervención social y educativa.

Por ello como principales conclusiones de este trabajo, se podría indicar que la metodología de intervención aplicada ha tenido un impacto positivo en la seguridad autopercebida del alumnado en relación con el uso de la IA, como se evidencia en el análisis de la distribución de variables. Por su parte, las correlaciones significativas observadas refuerzan esta percepción, mostrando que a mayor conocimiento adquirido, mayor es el nivel de seguridad en su uso y su capacidad para identificar los límites éticos, y así sea posible su aplicación en la práctica profesional.

Cabe destacar que estos hallazgos aportan evidencia relevante para replantear el uso de herramientas digitales en el aula, orientándolo no solo hacia la adquisición técnica de competencias, sino también hacia el fortalecimiento de la preparación ética y profesional del alumnado. Debido a que la integración de la IA en entornos educativos, que ya es una realidad presente, debe abordarse con una visión formativa e intencional, enfocada en desarrollar criterios de uso responsable y consciente por parte del estudiantado.

Asimismo, los datos resaltan la importancia de orientar las futuras intervenciones en materia de IA, en la formación de contenidos que aborden los límites éticos de su uso. En este sentido, la educación debe actuar como mediadora entre el avance tecnológico y la futura inserción laboral del alumnado, garantizando que la implementación de la IA se realice de manera ética, crítica y profesionalmente orientada.

Para finalizar, añadir que estos resultados deben considerarse atendiendo a una serie de limitaciones. En primera instancia, el presente trabajo se ha centrado exclusivamente en dos titulaciones (trabajo social y

educación social), pese a que ambas se encuentran relacionadas con el ámbito de los servicios sociales y la intervención social, y cuentan con experiencias docentes previas en materia de TIC en Andalucía (López Meneses et al., 2017) estas particularidades pueden dificultar la extrapolación de los resultados a otras titulaciones.

En segundo lugar, en lo que respecta a la muestra, experiencias previas (Maestre et al., 2024c) con muestras similares apuntan a necesidad de ampliar el número de respuestas en futuras recogidas de datos, intentando equipar el número de alumnado inscrito en los cursos que componen el proyecto de innovación docente y lograr una mayor participación masculina, dado que no ha sido posible realizar análisis comparativos en función del género, debido a que en términos generales los grados en educación y trabajo social se encuentran feminizados.

Por último, indicar que al tratarse de un cuestionario autoadministrado en formato digital, es importante considerar un pequeño margen de error relacionado con la comprensión por parte de las personas participantes. Este margen de error puede deberse a factores individuales, el grado de familiaridad con el vocabulario utilizado, la estructura del instrumento, el tipo de respuestas requeridas, las condiciones del entorno, el nivel de concentración o la presencia de elementos distractores (Vallejo-Andrada et al., 2025).

Financiación

El proyecto SocialT²: Implementación de herramientas tecnológicas en la práctica del trabajo social está financiado por la Universidad de Huelva (Convocatoria de Proyectos de Innovación Docente e Investigación Educativa 2024/2025, Vicerrectorado de Innovación y Empleabilidad de la Universidad de Huelva).

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Calero-Del Valle, R., Morilla-Luchena, A., Vallejo-Andrada, A., & Ferri-Fuentevilla, E. (2026). Implementación de herramientas basadas en inteligencia artificial en la docencia universitaria: experiencia piloto en los grados de trabajo social y educación social. *Campus Virtuales*, 15(2), 91-103. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1708>

Referencias

- Aguilar Castillo, J.; Bonilla Oñate, D.; Peñafiel Mendez, S y Rojas Gavilanez, C. (2024). La inteligencia artificial en el proceso de enseñanza y aprendizaje crítico. *Revista Social Fronteriza*, 4(3), 1-13. [https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4\(3\)308](https://doi.org/10.59814/resofro.2024.4(3)308).
- Aguinaga, A.; Coudannes, F., Larrouy, N., & Sala, D. (2025). Afrontando temores de un futuro distópico en el Profesorado de Trabajo Social. Introducción al uso de la Inteligencia Artificial Generativa en la formación docente. En C. Giordano, G. Morandi & L. Gallo (comps.), *Tecnidades: más allá de lo instrumental: enfoques y propuestas pedagógicas en la era digital* (1ªed., pp.24-30). Colección Docencia Universitaria. ISBN: 978-950-34-2476-6 (Online).
- AlAjmi, A. (2021). Artificial Intelligence and Smart Universities. In: Hamdan, A., Hassanien, A.E., Razzaque, A. & Alareeni, B. (eds), *The Fourth Industrial Revolution: Implementation of Artificial Intelligence for Growing Business Success*. Studies in Computational Intelligence, 935 (295-310): Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62796-6_17
- Alonso-Arévalo, J. & Quinde-Cordero, M. (2023). ChatGPT: La creación automática de contenidos con Inteligencia Artificial y su impacto en la comunicación académica y educativa. *Revista Desiderata*, 6 (22),136-142. <http://hdl.handle.net/10366/152505>
- Arana, C. (2021). Inteligencia Artificial Aplicada a la Educación: Logros, Tendencias y Perspectivas. INNOVA UNTREF. *Revista Argentina De Ciencia Y Tecnología*, 1(7). Recuperado a partir de <https://www.revistas.untref.edu.ar/index.php/innova/article/view/1107>
- Castillo de Mesa, J. (2019). El Trabajo Social en la era digital. (Navarra) España: Aranzadi.
- Cordón García, O. (2023). Inteligencia Artificial en Educación Superior: Oportunidades y Riesgos. *RiITE Revista interuniversitaria de investigación en Tecnología Educativa*, (15), 16-27. <https://doi.org/10.6018/riite.591581>
- Dawson, S., Joksimovic, S., Mills, C., Gašević, D., & Siemens, G. (2023). Advancing theory in the age of artificial intelligence. *British Journal of Educational Technology*, 54(5), 1051-1056. <https://doi.org/10.1111/bjet.13343>
- De Bruijne, M., & Wijnant, A. (2013). Comparing survey results obtained via mobile devices and computers: An experiment with a mobile web survey on a heterogeneous group of mobile devices versus a computer-assisted web survey. *Social Science Computer Review*, 31(4), 482-504.
- Díaz-Rodríguez, N.; Del Ser, J.; Coeckelbergh, M.; López de Prado, M.; Herrera-Viedma, E. & Herrera, F. (2023). Connecting the Dots



- in Trustworthy Artificial Intelligence: From AI Principles, Ethics, and Key Requirements to Responsible AI Systems and Regulation. Information Fusion, 99. <https://doi.org/10.1016/j.inffus.2023.101896>
- Frederick, B. (2023). Will ChatGPT Take Your Job? Search Engine Journal [on line]. [Accessed: January 18, 2023]. Available in: <https://acortar.link/Lhfj1C>
- García González, P.; Morales Hernández, A. & Cáceres Rodríguez, C. C. (2024). La percepción de las trabajadoras sociales sobre las implicaciones de la Inteligencia Artificial en sus prácticas profesionales: Un estudio exploratorio. Cuadernos de Trabajo Social, 38(1), 97. <https://doi.org/10.5209/cuts.96777>
- González-Campos, J.; López-Núñez, J.; & Araya-Pérez, C. (2024). Educación superior e inteligencia artificial: desafíos para la universidad del siglo XXI. Aloma: Revista de Psicología, Ciències de l'Educació i de l'Esport, 42(1), 79-90. 10.51698/aloma.2024.42.1.79-90
- Gutiérrez De León, E. T., Morell Pérez, L., Gutiérrez Morales, E. P., & Hernández Ramos, H. (2024). Impacto de la Inteligencia Artificial en el aprendizaje de los nuevos estudiantes de la Universidad Estatal Amazónica. Revista Cognosis, 9 (2), 133-143. <https://doi.org/10.33936/cognosis.v9i2.6443>
- Hernández León, N. H., & Rodríguez-Conde, M. J. (2024). Inteligencia artificial aplicada a la educación y la evaluación educativa en la Universidad: introducción de sistemas de tutorización inteligentes, sistemas de reconocimiento y otras tendencias futuras. Revista de Educación a Distancia (RED), 24(78). <http://dx.doi.org/10.6018/red.594651>
- Holguín Loo, R. G. H.; Navarrete Mora, S. V.; & Delgado Párraga, J. G. (2024). Integración de la inteligencia artificial en la educación universitaria: Avances, desafíos y perspectivas. Dominio de las Ciencias, 10(3), 1677-1696. <https://acortar.link/hFUsVY>
- Incio Flores, F.A.; Capuñay Sanchez, D.L.; Estela Urbina, R.O.; Valles Coral, M.A. Vergara Medrano, S.E.; Elera Gonzales, D.G. (2022). Inteligencia artificial en educación: una revisión de la literatura en revistas científicas internacionales. Apuntes Universitarios, 12(1), 353-372. <https://doi.org/10.17162/au.v12i1.974>
- López Meneses, E., Llorent García, V. J., & Medina Ferrer, B. (2017). Análisis diacrónico de las ventajas e inconvenientes del uso de las TIC en el ámbito educativo a través de mapas conceptuales multimedia. Revista Iberoamericana de tecnología en Educación y Educación en Tecnología, (19), 34-40. <https://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/61235>
- Maestre, F. E., Gutiérrez-Sánchez, J. D., & Andrada, A. V. (2024). Herramientas cualitativas y TICs en la enseñanza universitaria: una experiencia desde las Ciencias Sociales. Campus Virtuales, 13(1), 35-46.
- Martínez-Pérez, A. (2024). El uso de la Inteligencia Artificial en el marco de la educación social. Revista Entropía Educativa, 2 (1), 173-188. ISSN: 2981-4723 (En línea)
- Martín-Párraga, L., Llorente-Cejudo, C. & Cabero-Almenara, J. (2022). Análisis de las competencias digitales docentes desde los marcos e instrumentos de evaluación International Journal of Educational Research and Innovation (IJERI), 18, 62-79 ISSN: 2386-4303 DOI <https://doi.org/10.46661/ijeri.7444>
- Martins, I., & Guimarães Carvalho, I. S. (2024). Formació de la competència digital docent en l'era de la intel·ligència artificial. COMeIN [en línea], (144), 8. ISSN: 1696-3296. DOI: <https://doi.org/10.7238/c.n144.2446>
- Matas-Terrón, A.; Leiva-Olivencia, J. J.; Franco-Caballero, P. D.; & García-Aguilera, F. J. (2020). Validity of the «Big Data tendency in education» scale as a tool helping to reach inclusive social development. Sustainability, 12(13). <https://doi.org/10.3390/su12135470>
- Mejía-Benavides, A.; Imán-Tineo, G.E. y Vega-Olivos, A. (2023). Integrando la inteligencia artificial para promover la excelencia educativa en la universidad: Un futuro prometedor. Revista Internacional de Ciencias Sociales, 2 (2). <https://doi.org/10.57188/ricso.2023.012>
- Minguijon, J., & Serrano-Martínez, C. (2022). La Inteligencia Artificial en los Servicios Sociales: estado de la cuestión y posibles desarrollos futuros. Cuadernos de Trabajo Social, Vol. 35 Núm. 2, 319-329. <https://doi.org/10.5209/cuts.78747>
- Mohanachandran, D.; Yap, C.; Ismaili, Z. & Govindarajo, N. (2021). Artificial Intelligence and Smart Universities. In: Hamdan, A., Hassani, A.E., Razzaque, A. & Alareeni, B. (eds), The Fourth Industrial Revolution: Implementation of Artificial Intelligence for Growing Business Success. Studies in Computational Intelligence, 935 (255-279): Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-62796-6_15
- Morilla-Luchena, A., Gómez Rasco, T., Muñoz Moreno, R., & Vázquez Aguado, O. (2024). Diseño de estrategias para el proceso de digitalización y modernización tecnológica en organizaciones de Servicios Sociales. Cuadernos de Trabajo Social, 38 (1), 37-48. <https://dx.doi.org/10.5209/cuts.96376>
- Rivero Panaqué, C. & Beltrán Castañón, C. (2024). La inteligencia artificial en la educación del siglo XXI: avances, desafíos y oportunidades Presentación. Educación, 33(64), 5-7. <https://doi.org/10.18800/educacion.202401.P001>
- Rodríguez Rivera, P., & Manzano León, A. (2024). Competencias transversales e inteligencia artificial en educación superior: percepciones y aplicaciones. REDU. Revista de Docencia Universitaria, 22(2), 31-47. <https://doi.org/10.4995/redu.2024.22020>
- Smahel, D., Mascheroni, G., Livingstone, S., Helsper, E. J., van Deursen, A., Tercova, N., Stoilova, M., Georgiou, M., Machackova, H., & Alho, K. (2023). Theoretical Integration of ySKILLS: Towards a New Model of Digital Literacy. Katholieke Universiteit Leuven. <https://doi.org/10.5281/zenodo.10090716>
- Toledo-Lara, G. (2024). Inteligencia artificial: entre la innovación y el cambio de paradigma en la universidad. RECIE. Revista Caribeña de Investigación Educativa, 8(2), 27-46. <https://doi.org/10.32541/recie.v8i2.718>
- Torrent, G. (2015). La pedagogía divergente. España: McGraw Hill.
- Vallejo Andrada, A., Martí-García, S., Gómez Rasco, T., & Ferri Fuentevilla, E. (2024). Aportaciones y limitaciones de la incorporación de la inteligencia artificial a los servicios sociales: Una revisión sistematizada. Methaodos. Revista de ciencias sociales, 12(2), 10. <https://doi.org/10.17502/mrcs.v12i2.812>
- Vallejo-Andrada, A., Sánchez-Serrano, J. L. S., Barrera-Algarín, E., & Caravaca-Sánchez, F. (2025). Burnout, ansiedad, satisfacción y violencia en el trabajo en trabajadores/as sociales de los servicios sociales municipales de Sevilla (España). Alternativas. Cuadernos de Trabajo Social, 32(1), 81-105.

Plugin de Moodle para generar sociogramas basado en la participación de sus estudiantes en sus cursos

Moodle plugin to generate sociograms based on your students' participation in your course

Roniel Navarro Villa¹, Walfredo González Hernández²

¹ Universidad de Matanzas, Cuba

² Universidad Central "Marta Abreu" de las Villas, Cuba

roniel.navarro@umcc.cu , wgghernandez@uclv.cu

RESUMEN. El sociograma es una técnica que evalúa las interacciones sociales dentro de un grupo de personas. El ámbito educativo es uno de los lugares donde se utiliza con mayor frecuencia, ya que se convierte en una herramienta invaluable para comprender de manera precisa las interacciones que se dan dentro del aula y que podrían pasar desapercibidas para el profesor. El enfoque de la investigación estuvo en desarrollar un complemento para Moodle que brinde la posibilidad de ver un sociograma en cada curso, mostrando la interacción de los estudiantes como base para su participación. De este modo se logró determinar el nivel de unión presente dentro de un grupo de estudiantes y la posición que ocupa cada alumno en él, incluyendo al líder, aquel que puede estar aislado o rechazado por sus compañeros.

ABSTRACT. The sociogram is a technique that assesses social interactions within a group of people. The educational environment is one of the most frequent settings in which this technique is employed, as it offers a valuable means of accurately understanding the dynamics of classroom interactions that might otherwise go unnoticed by the teacher. The objective of the research was to develop a Moodle plug-in that would enable the creation of sociograms for each course, thereby providing a basis for understanding student participation. This approach enabled the researchers to ascertain the level of cohesion present within the group of students and the relative position of each student within it, including the leader, who may be isolated or rejected by their peers.

PALABRAS CLAVE: Sociograma, Plugin, Herramienta, Participación, Moodle.

KEYWORDS: Sociogram, Plugin, Tool, Participation, Moodle.

1. Introducción

La continua evolución de los sistemas de información está elevando el nivel del proceso de educación y aprendizaje. La aparición de nuevos entornos virtuales de aprendizaje, conocidos como "Virtual Learning Environments" (VLE), ha sido impulsada por la creación de espacios virtuales, la búsqueda de superación personal por parte de los seres humanos y la innovación en modelos de educación universales. Ellos son responsables de supervisar y gestionar el proceso de enseñanza en una institución educativa o empresa según señala (Muñoz Onofa, 2017). Se enfatiza la importancia de emplear Moodle como una herramienta virtual para potenciar la educación superior, fomentando la adquisición de nuevos conocimientos con el fin de mejorar los programas académicos y favorecer la participación activa de los estudiantes en su aprendizaje (Camus Huamán, Schult Reátegui, Sotillo Tapia, & Benites Sapallanay, 2022).

Moodle es una plataforma de enseñanza gratuita que ofrece la posibilidad a diferentes desarrolladores de cargar complementos independientes, conocidos como "plugins", los cuales pueden mejorar la interacción del usuario y facilitar la creación de entornos educativos personalizados al ser una plataforma altamente modular. La utilización de foros de debate es común en la mayoría de los cursos impartidos a través de plataformas virtuales, lo que destaca su relevancia como un recurso fundamental para la interacción entre los participantes.

La supervisión de las acciones llevadas a cabo en esta herramienta se hace de forma manual, lo que implica una inversión de tiempo y esfuerzo considerable. La investigación de redes sociales ofrece diversas medidas para examinar las conexiones entre los individuos que forman parte de una red social. Es posible que no existiera una herramienta que brindara información para estudiar las redes sociales en plataformas virtuales de aprendizaje, especialmente en AVA Moodle (Anjos Alves dos & Carvalho Nascimento Serrão, 2013). Los foros en Moodle son esenciales para la interacción de los estudiantes, ya que les brindan la oportunidad de plantear temas de debate, responder interrogantes y mejorar el intercambio de información (Díaz Rosabal et al., 2023).

Según Muñoz Onofa (2017), los docentes pueden considerar el nivel de participación de los estudiantes como una señal para ajustar y mejorar los temas propuestos para el debate. El enfoque del profesor puede incluir el uso de la sociometría y la técnica del sociograma, la cual se utiliza para estudiar las relaciones sociales dentro de un grupo o institución. Esta herramienta ofrece la ventaja de ser visual, intuitiva y fácil de entender debido a su estructura gráfica basada en un plano cartesiano. Adicionalmente, posibilita su uso para fortalecer el poder de los integrantes de la entidad (Jaramillo Navia, 2022).

Un sociograma es un método que consiste en visualizar a través de un gráfico de forma de grafo las relaciones y vínculos existentes entre los miembros de un grupo, representando a los miembros como nodos y los vínculos entre ellos como enlaces, ya sea en un grafo dirigido o no. Esta técnica se basa en la observación y evaluación del contexto en el que se desenvuelve el grupo. Se ha utilizado para examinar al líder, las causas por las que los jóvenes son aceptados o rechazados, las características del individuo excluido, los roles en el acoso escolar, las preferencias o rechazos sociales, la evaluación de programas y las medidas relacionadas con conceptos como la autoestima (Mahadevan, Gregg, & Sedikides, 2021).

Diversas investigaciones han analizado los sociogramas en diferentes contextos (Fotopoulou et al., 2021; García-Magariño & Plaza, 2015) sin embargo, no se han explorado en entornos virtuales destinados a la educación. García-Magariño and Plaza (2015) presentan un enfoque que utiliza agentes inteligentes para imitar las estrategias de los profesores que se apoyan en los sociogramas. Fotopoulou et al. (2021) se investiga el uso de sociogramas como herramienta para medir las habilidades socioemocionales de los alumnos. Esta investigación se enfoca en identificar a los estudiantes que están solos o que son líderes en el entorno virtual mientras realizan actividades de estudio.

La figura 1 muestra las palabras clave vinculadas en el mapa de conocimientos generado utilizando VOSviewer 1.6.18. Se llevó a cabo una búsqueda en sciencedirect utilizando la palabra clave sociogram en el



título de los artículos para recopilar los metadatos de construcción del mapa.

Se obtuvieron un total de cinco artículos. La figura número 1 muestra

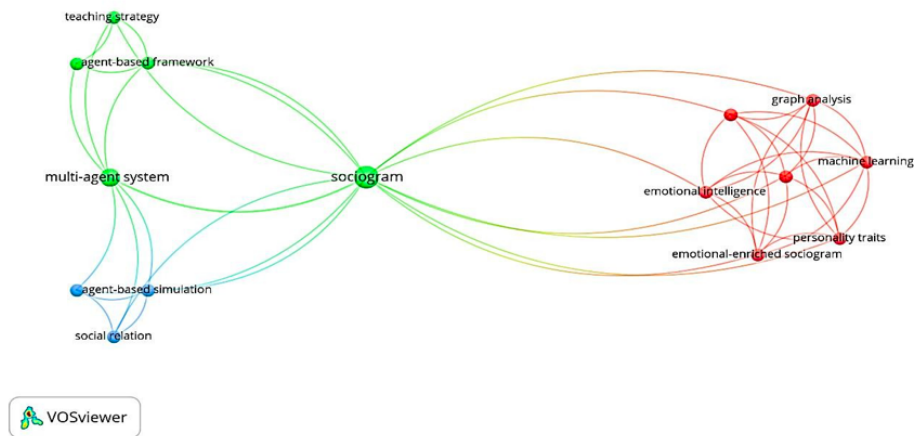


Figura 1. Mapa visual de términos clave utilizando VOSviewer 1.6.18. Fuente: Elaboración propia.

Las palabras clave más relevantes son sociograma y agentes inteligentes, lo que sugiere que la mayoría de los sociogramas obtenidos han sido generados utilizando sistemas de agentes. Estos avances no se encuentran en un entorno virtual, lo que complica su compatibilidad con una plataforma como esta.

Un sociograma visual sería útil para el docente para identificar conexiones sociales en la plataforma y desarrollar métodos de enseñanza que ayuden a integrar a los alumnos que están aislados. De igual modo, permitiría identificar a los líderes. Los profesores podrían anticipar las necesidades de comunicación en el entorno virtual de aprendizaje al analizar a estos dos actores dentro del grupo.

La información en los sociogramas de las asignaturas se obtiene de las participaciones de los estudiantes en los espacios de comunicación del curso, accediendo a la base de datos del entorno virtual para representar el sociograma. En el complemento del plugin, el profesor evalúa las intervenciones de los alumnos en los foros del espacio virtual y asigna un color específico a cada escolar en el sociograma, para ello se auxilia de los indicadores establecidos en la tabla 1.

Indicador	Color	Valor
Realiza cuestionamientos para comprender el contenido del recurso digital	Morado	1
Manifiesta o investiga para establecer relaciones entre las ideas, instruye con argumentos emanados de la lectura de referencias bibliográficas	Amarillo	2
Examina las contribuciones que aportan los demás al mismo tiempo que descifra, demuestra, establece juicios de valor y formula nuevas hipótesis.	Marrón	3
Plantea múltiples respuestas al asunto principal sometido al debate.	Verde	4
Perjudicial, conducta que lleva al cuestionamiento o agresión a los restantes integrantes de la plataforma. Puede ocurrir que se fortifica cuando adopta la perspectiva defensiva, constantemente plantea inconvenientes u obstaculiza las opiniones sin exponer una opción o declarar una discrepancia con argumentos sólidos.	Gris	5
Muestra conducta en las que se evidencian sus preferencias, de preferencias, alteraciones, esfuerzo, gratitud, intimidad, soporte y estimulación en relación con el aprendizaje.	Rojo	6
Exige el cumplimiento de los códigos de conducta pactados con anterioridad y predica con el ejemplo.	Rosado	7
Sintetiza o administra los elementos esenciales que se discuten en la plataforma, elabora síntesis de lo obtenido, hace afirmaciones abiertas y declaradas sustento o de consentimiento con los planteamientos del resto que coinciden con sus ideas o que les brinda argumentos para cambiarlas.	Azul	8
Emplaza a los restantes miembros a la participación activa, induce, incita, provoca el trabajo colaborativo y reglamenta las interacciones.	Fucsia	9
Imparcial, no emite criterio ni interviene en las interacciones.	Blanco	10

Tabla 1. Indicadores de evaluación. Fuente: L. Tió Torriente (2010).

La tabla 1 muestra diferentes colores que representan disímiles comportamientos en un debate o discusión. Cada color indica una acción o actitud específica, desde hacer preguntas para entender hasta resumir los puntos principales. Medidores de desempeño para valorar el rendimiento.

La importancia de los colores en el sociograma está en identificar las funciones que desempeñan los alumnos en el grupo durante las tareas de aprendizaje en el entorno virtual de Moodle, aspecto crucial para que el docente pueda tomar decisiones informadas. Es beneficioso para evitar desviaciones y disputas que no son necesarias. Los colores son muy útiles para examinar el contenido de las interacciones, así como para mejorar la participación y el aprendizaje de los alumnos.

Se han creado varios programas informáticos para mostrar redes sociales en entornos educativos, como Moodle. En la actualidad, según la investigación bibliográfica realizada, todos los programas identificados han sido dejados de lado debido a la falta de actualizaciones y han quedado obsoletos. Uno de los ejemplos es ARSPlugin, un complemento creado para examinar las interacciones en redes sociales dentro de los foros de los cursos en la plataforma. Hay varios complementos creados para la plataforma con el fin de proporcionar herramientas para docentes (Rodríguez et al., 2023).

El ARSPlugin es una herramienta que permite recuperar las redes sociales creadas a través de interacciones en los foros de discusión de la plataforma Moodle. Estas redes sociales pueden luego ser analizadas en programas especializados en este tipo de análisis. No obstante, los sociogramas no son visibles en cada curso de Moodle, lo que dificulta que los profesores puedan acceder fácilmente a ellos y utilizarlos de manera inmediata.

Una herramienta denominada RPL (Remote Practices Laboratory) se utiliza para crear y gestionar laboratorios remotos con el fin de facilitar el aprendizaje en línea. Su principal propósito es crear un entorno de educación virtual (Cortes Romero, 2016). No obstante, no se incorporan sociogramas en todos los cursos que se basan en la participación de los estudiantes. Otro estudio realizado en la Universidad Militar Nueva Granada (Vásquez Sanabria, 2021) ofrece una herramienta útil para identificar diferentes estilos de aprendizaje, aunque no aborda la visualización de sociogramas en los cursos de Moodle.

Debido a lo planteado anteriormente, El objetivo principal es desarrollar un plugin para la plataforma "Moodle" que posibilite la creación de un Sociograma en función de la interacción de los alumnos en los cursos.

2. Revisión de la literatura

En la última década, la integración de herramientas analíticas en entornos virtuales de aprendizaje ha ganado terreno, motivada por la necesidad de subsanar e interpretar las dinámicas de interacción de los estudiantes y de estos con sus profesores (Saqr, Poquet, & López-Pernas, 2022). En esta oportunidad, el sociograma se consolida como una técnica primordial para la medición de las relaciones sociales en grupos de enseñanza, exponiendo de manera visual los vínculos y tendencias de participación que surgen en el aula, en modalidad presencial o virtual (West, 2023).

El uso de sociogramas en la educación tiene una larga tradición, que se originó en los trabajos pioneros de Moreno, quien propuso la sociometría como un método para analizar la estructura social de los grupos (Bernal, Belmonte, & Bernárdez-Gómez, 2025). Sin embargo, en general, la literatura en la actualidad informa sobre un cambio significativo en la técnica, incluido el cambio de representaciones manuales a sistemas automatizados competentes para procesar un gran cantidad de datos generados en plataformas de aprendizaje digitales (Mahadevan et al., 2021). Esto se ha vuelto posible debido al desarrollo de tecnologías de la información y la publicación de plataformas especializadas, como Moodle, que centraliza las interacciones entre estudiantes y facilita el análisis sistemático e integrado de dichas interacciones (Valenzuela Luna, Medina León, & Cruz Wellington Isaac, 2024).

Numerosos estudios han demostrado la utilidad de la visualización de las redes sociales a través de sociogramas en la identificación de líderes, estudiantes aislados y subgrupos, fenómenos que inciden directamente en la cohesión grupal y el rendimiento académico (Dilaver & Gilbert, 2023). Especialmente en la detección precoz de situaciones de exclusión o rechazo, medidas severas de intervención oportunas en un contexto caracterizado por un clima de equidad en el aprendizaje (González, 2025).

En espacios virtuales, la investigación muestra que estar involucrado en grupos de discusión y plataformas cooperativas es un signo importante de dedicación de los estudiantes y el crecimiento de las habilidades socioemocionales (Kazhikenova, Zhumataeva, Kozhamzharova, Aubakirova, & Popandopulo, 2024). A pesar de esto, manejar estas interacciones manualmente no es práctico para muchos grupos, lo que lleva a la creación de sistemas automatizados que pueden recopilar, manejar y mostrar información de participación en vivo (Alomari, 2024).

La revisión sistemática realizada por Dilaver and Gilbert (2023) enfatizan la falta de equipos en EVA para la sociogeneración automática, señalando que la mayoría de las investigaciones se concentran en el contacto humano directo o emplean sistemas de IA (Dilaver & Gilbert, 2023). Lorig, Johansson, and Davidsson (2021) utilizan un método simulado por computadora para estudiar el aprendizaje grupal, pero reconocen el requisito de opciones más simples y más adecuadas para las plataformas en línea comunes como el estado de ánimo.

De esta manera, el sistema Moodle se ve como un escenario perfecto para poner en acción las herramientas analíticas, gracias a su diseño flexible y su uso generalizado en las escuelas a nivel mundial (Avello Martínez, Fernández-Álvarez, & Gómez Rodríguez, 2023). Moodle respalda la adición de extensiones que amplían funcionalidades para la gestión académica, permiten la personalización del proceso educativo y el uso de nuevas herramientas para rastrear y evaluar a los estudiantes (Huerta-Gomez-Merodio & Requena-Garcia-Cruz, 2024).

Incluso con herramientas como Arsplugin, que ayudan a estudiar grupos en línea en los foros de Moodle, los estudios demuestran que muchas de estas herramientas están obsoletas porque no se actualizan y no funcionan bien con las últimas versiones de Moodle. (García-García, Moctezuma-Ramírez, Molla-Esparza, & López-Francés, 2021). Además, la mayoría de las soluciones necesitan enviar datos a programas externos para crear sociogramas, lo que reduce su valor didáctico y complica la toma de decisiones en tiempo real (de La Hoz-Ruiz, Khalil, Domingo Segovia, & Liu, 2024).

El estudio sobre cómo las personas participan en los foros de debate de Moodle para crear gráficos sociales ha sido objeto de análisis en investigaciones recientes, lo que pone de relieve la necesidad de examinar tanto el número como la naturaleza de los intercambios (Peramunugamage, Ratnayake, Karunanayaka, & Jayawardena, 2024). La distribución de las medidas de éxito y la aplicación de tonos de color para simbolizar diversas posiciones y acciones en el gráfico social han demostrado ser buenos métodos para ayudar a los educadores a comprender los resultados (Lázaro Tió Torriente, Estrada Sentí, González Hernández, & Rodríguez Ortega, 2011b).

Por el contrario, los estudios sobre análisis de aprendizaje enfatizan la importancia de dar a los instructores instrumentos simples y gráficos que les permiten observar los cambios en las interacciones grupales y modificar sus métodos de enseñanza de acuerdo con la información recopilada (Shafiq, Marjani, Habeeb, & Asirvatham, 2022). En esta situación, la creación automática de sociogramas dentro de Moodle es una solución novedosa a las dificultades actuales del aprendizaje en línea, que proporciona datos útiles y administrables sobre los compromisos sociales y las interacciones en las clases virtuales en las clases virtuales es una solución novedosa a las dificultades actuales del aprendizaje en línea, proporcionando datos útiles y administrables sobre los compromisos sociales y las interacciones en las clases virtuales.

El proceso de creación para estas herramientas generalmente se basa en ciclos repetidos y tiene como objetivo una mejora continua, ejemplificado por el proceso unificado de calificación (RUP), que admite los

ajustes a los requisitos del usuario e integra la retroalimentación durante la existencia del software (Jurgelaitis, Drungilas, & Čeponienė, 2018; Shilowaras & Jusoh, 2022). Esta metodología ha sido recomendada en la literatura por su capacidad para garantizar la calidad del producto final y su alineación con los objetivos educativos y tecnológicos del proyecto (Pacheco, Yupanqui, Mogrovejo, Garay, & Uribe-Hernández, 2025).

El estudio revela una notable falta de herramientas dentro de Moodle para la creación automática de sociogramas basados en la participación de los estudiantes. Si bien hay un pasado de usos comparables, la mayoría tiene inconvenientes con respecto a sus actualizaciones, accesibilidad y valor educativo. Por lo tanto, la creación de un complemento único para Moodle que permite la exhibición en tiempo real de las redes sociales creadas en los cursos en línea se introduce como un paso importante y esencial para el avance del análisis de aprendizaje y la mejora de la calidad de la educación en la calidad digital.

3. Metodología

Tecnologías.

En este acápite, se enumeran los lenguajes de programación principales utilizados en el plugin. Se proporciona una breve descripción de cada uno de ellos en cuanto a su propósito de selección:

- Lenguaje HTML (HyperText Markup Language) se utiliza para crear las vistas que forman la parte visible de componentes. Define la organización y el material visual y escrito que aparece en la página.
- Lenguaje CSS (Cascade Style Sheets) se utiliza para establecer cómo se verán las vistas del plugin en cuanto a formato y tipografía, sin depender de la forma en que estén implementadas. Las hojas de estilo son conocidas como archivos CSS.
- El lenguaje JavaScript se utiliza para interactuar de manera dinámica con los elementos de la interfaz, como el sociograma, a través de la librería D3.js.
- El lenguaje de programación PHP es utilizado para crear componentes de software, implementar funciones y utilizar bibliotecas en el desarrollo de aplicaciones. El intérprete de Moodle es esencial para su funcionamiento en el servidor web Apache, permitiendo una integración eficaz en la plataforma.
- El lenguaje SQL se utiliza en Moodle para gestionar los datos de su base de datos.

Herramientas.

Se emplearon herramientas como Visual Studio Code, conocido por su amplia variedad de extensiones que pueden ser personalizadas para satisfacer las necesidades de cada programador, incluyendo aquellas diseñadas específicamente para el desarrollo de complementos de la plataforma Moodle. Se puede utilizar MySQLWorkbench para gestionar los datos almacenados en la base de datos de Moodle. CodeChecker es una herramienta en forma de plugin de Moodle que se emplea para verificar si el código de un plugin cumple con los estándares de codificación y estilo establecidos por la comunidad de desarrolladores de Moodle. Visual Paradigm es una herramienta utilizada para la generación de diagramas UML y otros diagramas vinculados al desarrollo de software. Su principal función es fomentar la colaboración entre los integrantes del equipo al proporcionar herramientas de modelado.

Enfoque metodológico.

El Rational Unified Process (RUP) es una metodología de desarrollo de software creada por Software Rational que se centra en un enfoque iterativo y en la utilización de casos de uso (Kruchten, 2014). La metodología RUP es una metodología clásica con un enfoque iterativo, que se basa en el uso del modelo UML (Unified Modeling Language o Lenguaje Unificado de Modelado) para el desarrollo orientado a objetos (Patiño, 2018).



Para Prabowo (2020) RUP se puede describir como un enfoque que se enfoca en el desarrollo iterativo de software. El modelo de proceso integrado, conocido como RUP, fue desarrollado por Rational Software (una división de IBM) en 2003. RUP tiene el potencial de incrementar la eficiencia del equipo al proporcionar apoyo práctico a través de orientación, plantillas y herramientas para las etapas críticas del proceso de desarrollo, lo que permite a cada miembro del equipo acceder de manera efectiva a dichas oportunidades. El modelo de desarrollo de software RUP se caracteriza por ofrecer tareas y responsabilidades en la organización para asegurar un proceso de producción de alta calidad, que responda a las necesidades de los usuarios y que cuente con estimaciones de cronogramas y reglas previamente establecidas.

Se optó por utilizar esta metodología porque busca asegurar la creación de un software de alta calidad que cumpla con las necesidades de los usuarios en el tiempo y presupuesto establecido. Cualquier persona en el entorno tiene la capacidad de introducir datos en la base de datos, incluso si no es su responsabilidad designada. De esta forma, todos comparten la misma perspectiva y meta de crear un software, lo que asegura que estén en sintonía y trabajando hacia un mismo objetivo (Maida & Pacienza, 2020).

Este enfoque metodológico fue elegido por su gran flexibilidad y capacidad de adaptación a las necesidades específicas de cada proyecto de investigación. Se destaca su naturaleza iterativa, ya que permite realizar ajustes a medida que avanza la investigación y surgen nuevas necesidades. Su método centrado en casos de uso se enfoca en las iteraciones para facilitar el uso del software, además de involucrar la identificación y manejo anticipado de riesgos. En un proyecto de investigación con alto nivel de incertidumbre, este enfoque puede resultar útil para resolver posibles problemas antes de que se conviertan en desafíos importantes.

4. Resultados

La metodología RUP se compone de varias fases que serán descritas a continuación pues son los resultados de la investigación para el desarrollo del plugin.

Fase inicial:

Es la fase donde se establecen los conceptos que domina el cliente y los analistas de requisitos para lograr percibir posteriormente los requisitos. De esta fase depende la comprensión acerca del alcance del sistema. (Martínez & Martínez, 2014).

Especificación de requerimientos.

Es claro que los problemas durante la etapa de definición de requisitos causan un gran impacto negativo en la efectividad de los proyectos de desarrollo de software. Por esta razón, la priorización de requisitos se considera como la segunda práctica más relevante en el proceso de ingeniería de requisitos. En el desarrollo iterativo e incremental, es fundamental destacar la importancia de identificar y priorizar los requisitos críticos para decidir qué características se incorporarán en cada fase con el fin de optimizar la satisfacción de los interesados y el retorno de la inversión (Khan et al., 2021).

Requisitos funcionales

Es necesario mostrar el sociograma respectivo en todos los cursos.

Es necesario que el sociograma se pueda modificar en tiempo real mientras el profesor lo está observando.

Es necesario exhibir las islas que coinciden con el sociograma que se está presentando en ese instante.

Es necesario presentar los individuos que se encuentran solos en el sociograma que se muestra.

Se debe exhibir el líder que coincide con el sociograma mostrado.

Se requiere mostrar una interface de asistencia al docente para facilitar la comprensión del plugin.

Requisitos no funcionales

La necesidad de que el sistema sea compatible con la versión actual de Moodle utilizada en la Universidad de Matanzas.

Debe estar accesible en los idiomas español e inglés.

Solo los profesores del curso tendrán acceso a la información ofrecida por el complemento.

Fase de elaboración:

El propósito es crear la estructura inicial del sistema con el objetivo de suministrar una base sólida para el proceso de diseño e implementación en la siguiente etapa. El diagrama de casos de uso es una herramienta utilizada en el desarrollo de software. De esta manera, al igual que con cualquier herramienta de software, los diagramas de casos de uso son modificados durante todo el proceso de desarrollo. Por lo tanto, hay múltiples variaciones del diagrama en diferentes momentos (Msie'deen et al., 2022).

En la siguiente imagen (Figura 2), se muestra un esquema de los diferentes casos de uso del sistema.

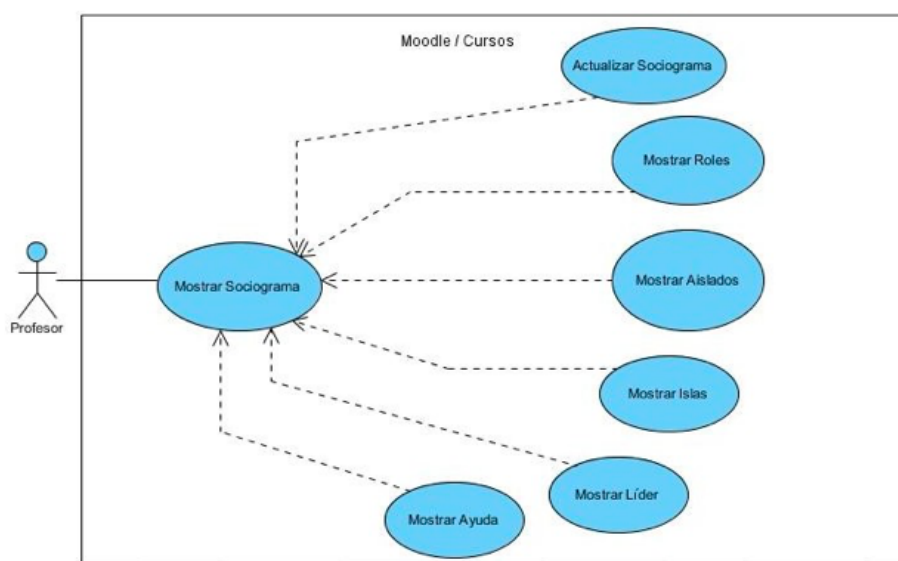


Figura 2. Diagrama de Casos de Uso. Fuente: Elaboración propia.

Los diagramas de secuencia UML registran la interacción y el funcionamiento en tiempo real de un sistema. El diagrama de secuencia muestra cómo diferentes objetos interactúan entre sí a lo largo del tiempo, representando la secuencia de mensajes enviados verticalmente en el diagrama. (Elkashef & Hassan, 2020). En la imagen 3 se muestra el diagrama de secuencia de los casos de uso y en la imagen 4 un ejemplo de sociograma de un curso.

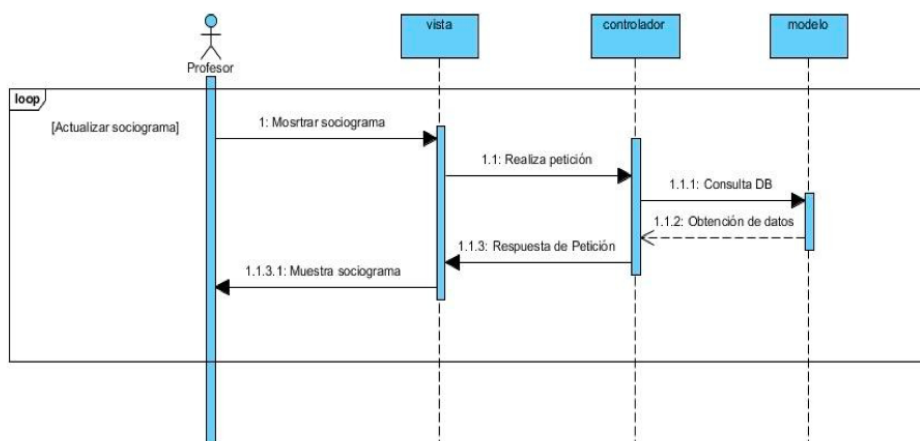


Figura 3. Diagrama de Secuencia. Fuente: Elaboración propia.

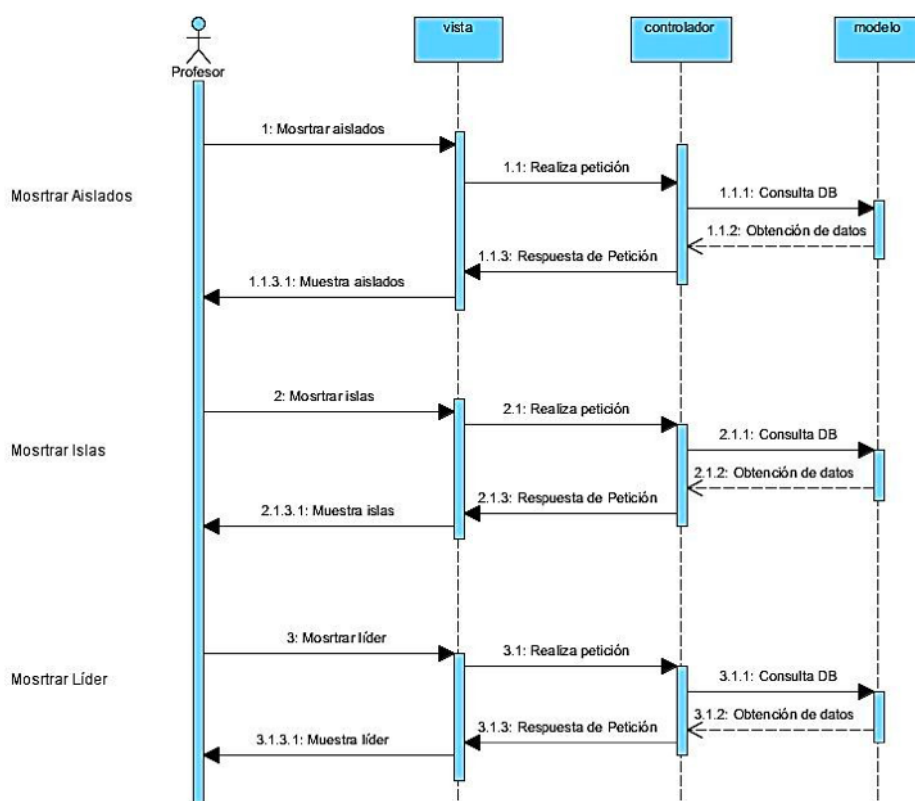


Figura 4. Ejemplo de sociograma de un curso. Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de clases de un programa de computador es una representación y descripción de las clases que forman parte de un software desarrollado con programación orientada a objetos (Vidal, Rivero, López, & Pereia, 2014). La representación gráfica del diagrama de clases se muestra en la figura 5.

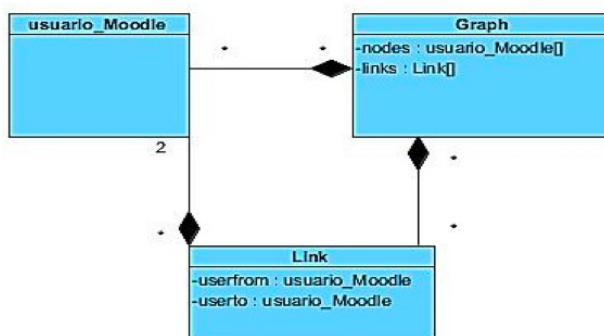


Figura 5. Diagrama de Clases. Fuente: Elaboración propia.

Un esquema que muestra las clases y sus relaciones en un sistema de software. Origen: Creación de los escritores. El modelo entidad-relación (ER) es una técnica de modelado de datos que describe la distribución de los datos de un software, representando clases de entidades, atributos y relaciones en la base de datos de manera popular y duradera (Al-Fedaghi, 2021). La figura 6 muestra el diseño entidad-relación que describe la estructura de la base de datos utilizada en el software.

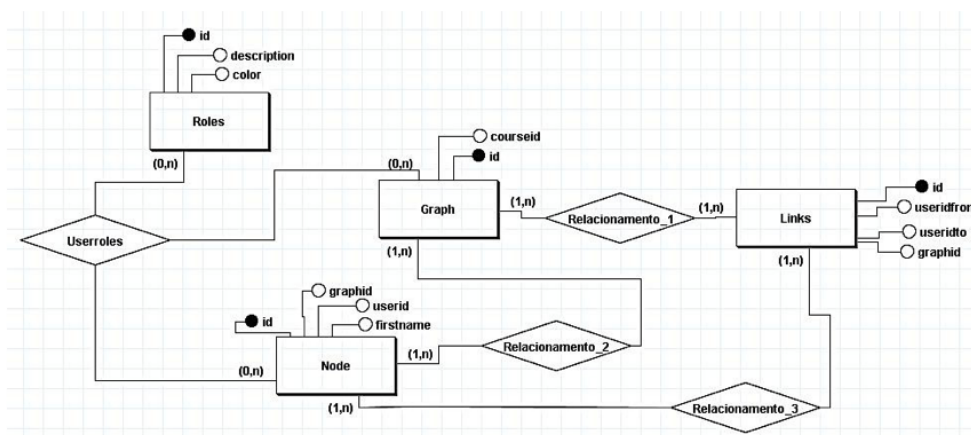


Figura 6. Modelo Entidad-Relación. Fuente: Elaboración propia.

Modelado de datos (Figura 7).

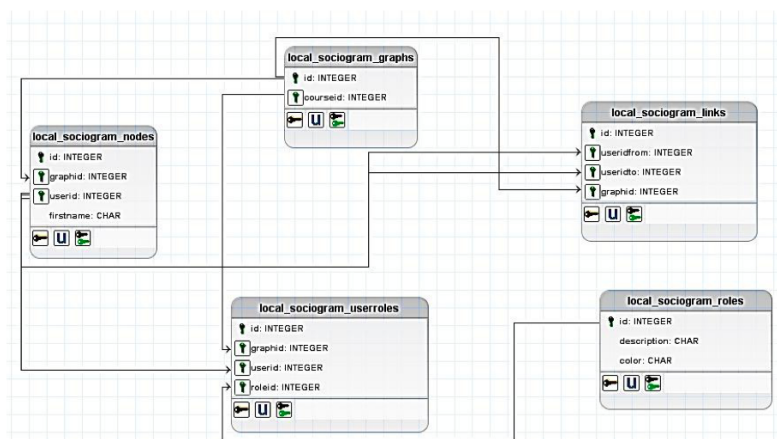


Figura 7. Modelado de Datos. Fuente: Elaboración propia.

El diagrama de despliegue en la UML es una representación estructural del hardware en el que se ejecutará el software para llevar a cabo una funcionalidad determinada (Bhatt & Nandu, 2021). El diagrama de despliegue muestra la configuración física de un sistema, incluyendo los componentes de hardware y software, así como las conexiones entre ellos. La figura 8 muestra el esquema de despliegue del software.

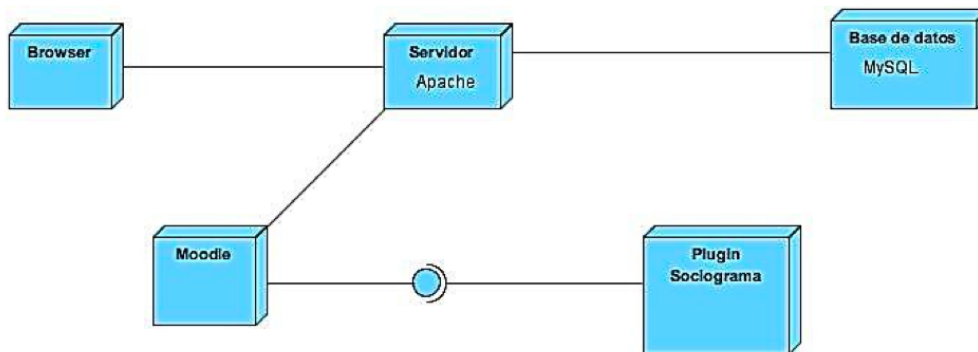


Figura 8. Diagrama de Despliegue. Fuente: Elaboración propia.

Fase de construcción:

La fase de construcción tiene como objetivo finalizar la funcionalidad del sistema, lo cual requiere la clarificación de los requisitos pendientes, la gestión del cambio en los artefactos construidos, la ejecución del plan de administración de recursos y mejoras en el proceso de desarrollo (Balda Medina & López López, 2008). Ofrece una perspectiva general de los elementos que conforman el sistema. Está compuesto por tres partes: un factor, una conexión y una conexión dependiente. Un componente puede ser tanto un elemento lógico (como un componente de negocio o proceso) como un componente físico. (Cubero, 2020). A continuación, se muestra en la figura 9 el esquema de componentes.

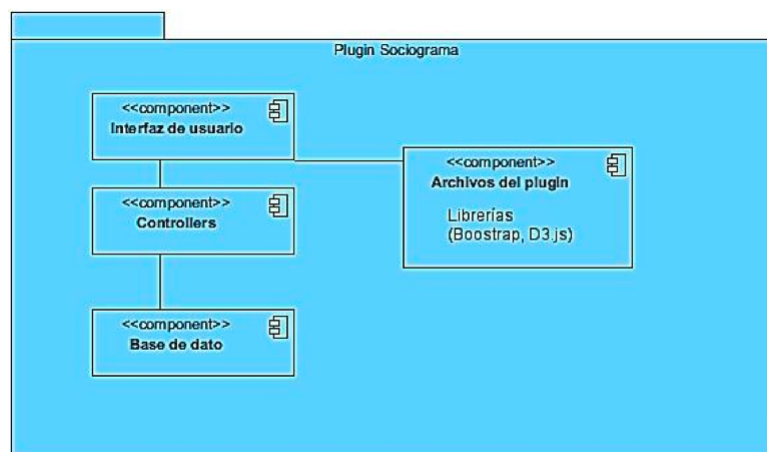


Figura 9. Diagrama de Componentes. Fuente: Elaboración propia.

Un prototipo es una abstracción muy básica del sistema que se pretende desarrollar, usualmente enfocándose en las particularidades esenciales o la interfaz de usuario. (Rizdania, Riono, Rakhmawati, & Darmayanti, 2023). La creación de prototipos en el proceso de desarrollo de software ha sido fundamental para tener una representación visual del proyecto y su alcance, permitiendo explorar diferentes enfoques de desarrollo y identificar problemas de usabilidad en el software antes de su implementación final. En la Figura 10 se muestra el prototipo del software.

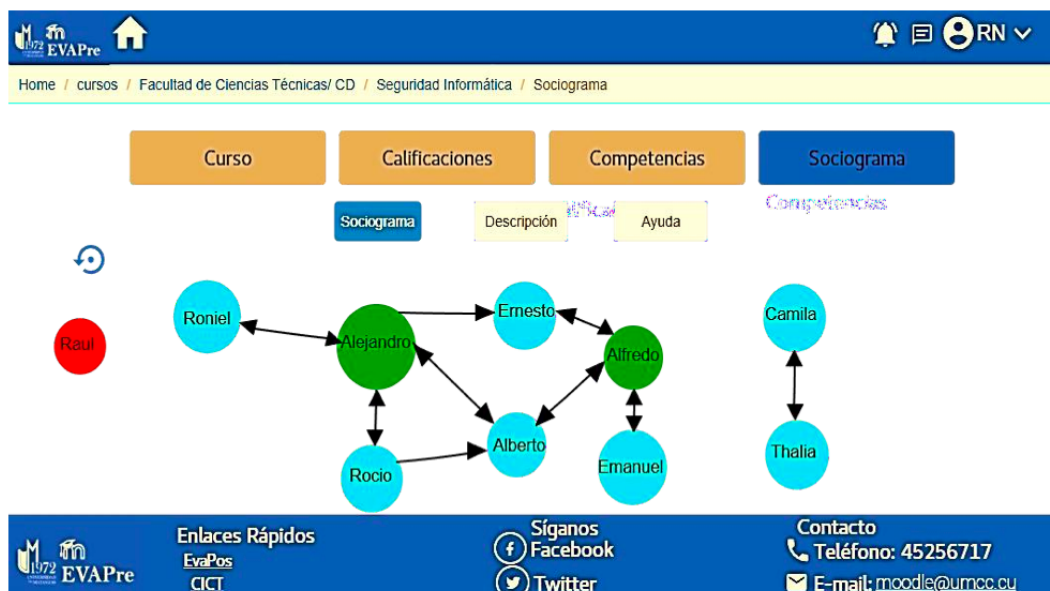


Figura 10. Prototipo del software. Fuente: Elaboración propia.

Pruebas Unitarias

Los desarrolladores llevaron a cabo pruebas unitarias para asegurarse de que los distintos módulos del plugin se integraran de forma correcta.

Pruebas de Seguridad

En las pruebas de seguridad, se observa a un estudiante o participante intentando acceder a las vistas del sociograma a través de la URL, pero se detecta una excepción. Al presionar en el botón continuar, es redirigido a la página principal de la plataforma o puede acceder a otros enlaces disponibles del curso al que intentaba ingresar para ver su sociograma. En la figura 11 se presenta la visualización del caso de prueba.

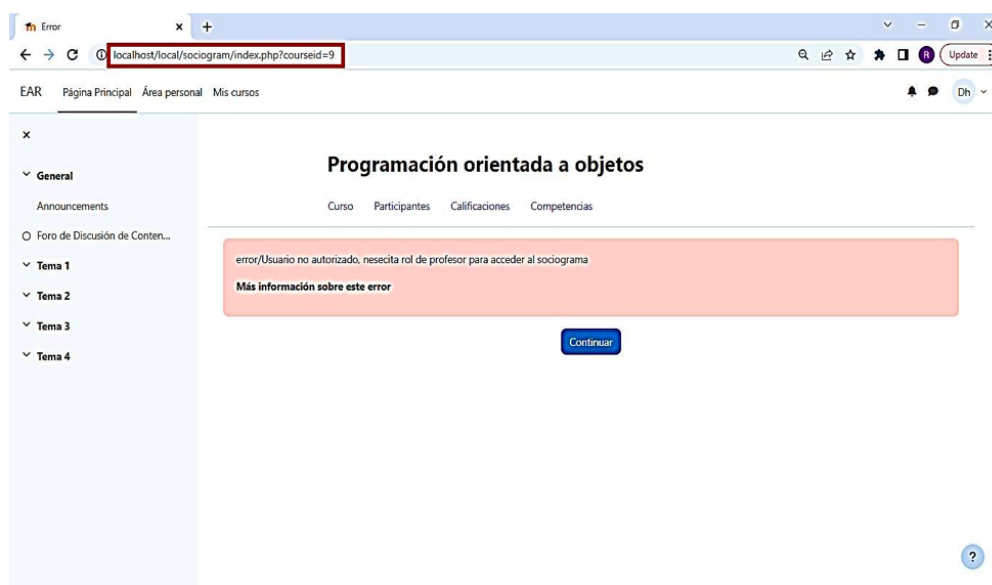


Figura 11. Caso de prueba de seguridad. Fuente: Elaboración propia.

Análisis de resultados

Los resultados del estudio revelaron un complemento para Moodle que muestra las interacciones de los estudiantes en los foros, lo que cumple con la variable independiente de la investigación. El complemento es una herramienta útil para los profesores, ya que les permite visualizar el sociograma de su curso y entender las interacciones entre los estudiantes. Además, incluye una sección de descripción que identifica a los alumnos aislados, los grupos más destacados y al líder del grupo. También se incluye una sección de apoyo para el profesor donde se detalla la forma en que se puede establecer la evaluación de los alumnos y cómo llevar a cabo dicha evaluación. A continuación, se presenta la pantalla principal del complemento que exhibe el sociograma en la figura 12.

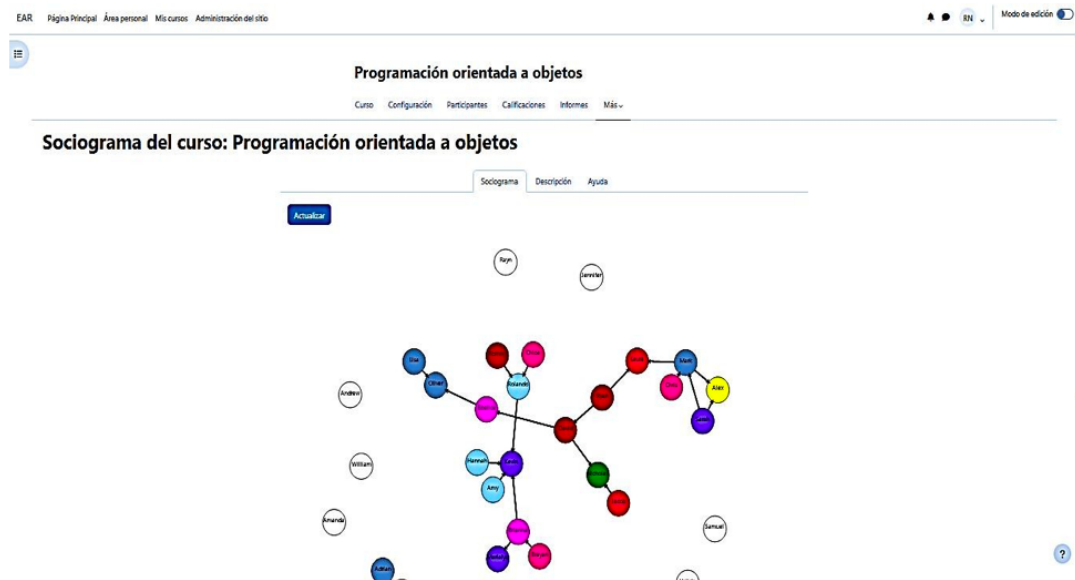


Figura 12. Vista principal del software. Fuente: Elaboración propia.

La figura 13 exhibe la representación visual del sociograma que detalla los apartados de Aislados, Islas y Líder.

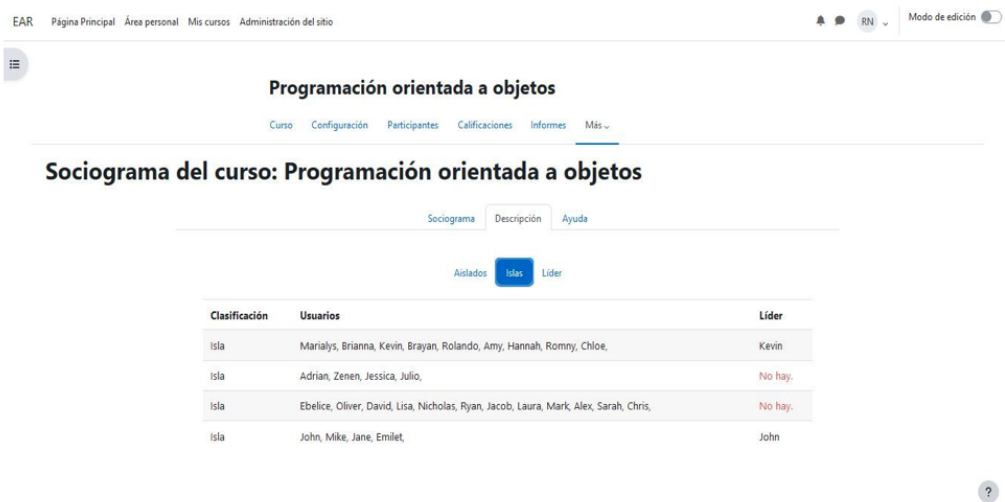


Figura 13. Vista de descripción del sociograma. Fuente: Elaboración propia.

En la imagen 14 se presenta la pantalla de asistencia del programa.

Programación orientada a objetos

Curso Configuración Participantes Calificaciones Informes Más...

Sociograma del curso: Programación orientada a objetos

Sociograma Descripción Ayuda

¿Cómo configurar la evaluación de la participación de los estudiantes?

En cada foro de su curso debe entrar en:
Configuración/Evaluación del foro completo.
Debe configurar el tipo de calificación en puntuación y la calificación máxima en 10.
Guardar los cambios.

¿Cómo calificar al estudiante según su participación?

Indicador	Color	Valor
Hace preguntas con el objetivo de entender el contenido objeto de aprendizaje	Morado	1
Responde o indaga para clarificar, asocia ideas, ilustra con referencias	Amarillo	2
Analiza las aportaciones hechas, interpreta, justifica, fundamenta, propone	Marrón	3
Da respuesta a un planteamiento de la temática objeto de discusión	Verde	4

Figura 14. Vista de vista de ayuda del software. Fuente: Elaboración propia.

También se cumple con la variable dependiente del estudio al mostrar un sociograma de las comunicaciones de los estudiantes en cada curso de Moodle, como se puede observar en la figura 15.

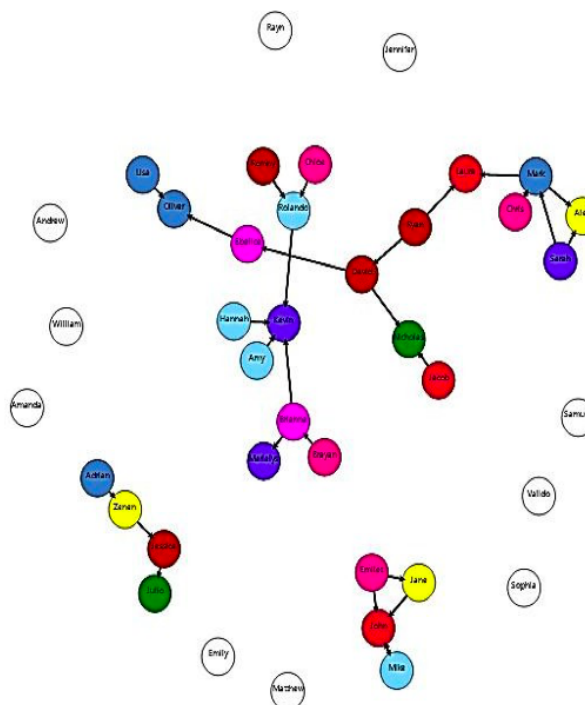


Figura 15. Ejemplo de sociograma de un curso. Fuente: Elaboración propia.

El plugin permite mostrar un sociograma en cada curso, mostrando la participación de los estudiantes y proporcionando a los profesores una herramienta útil para mejorar el aprendizaje.

5. Discusión

El desarrollo de un plugin para la generación de sociogramas en Moodle a partir de la participación de los estudiantes en los foros de los cursos es una aportación relevante al análisis de las dinámicas sociales en los Entornos Virtuales de Aprendizaje. En este apartado, se abordan los hallazgos y se comparan con la bibliografía reciente además de comentar las implicaciones, las limitaciones y las líneas de acción futura de la propuesta realizada.

En primer lugar, a través de los sociogramas, el acceso a la visualización de las relaciones interpersonales hace que sea más fácil para un instructor identificar los patrones de liderazgo o aislamiento y la cohesión grupal, ya que se ha comprobado que son potentes predictores del éxito académico y el bienestar básico para el estudiante (Xia, Wang, & Huang, 2024). La práctica de permitir que los maestros accedan a los mapas relacionales de inmediato dentro de Moodle, comparada con las soluciones anteriores que requerían exportar estos datos a herramientas distintas y, por lo tanto, complicaban la toma de decisiones en tiempo real (Huerta-Gomez-Merodio & Requena-Garcia-Cruz, 2024).

Los sociogramas ayudan a detectar los primeros signos de exclusión o rechazo de los estudiantes. Esto desempeña un papel fundamental a la hora de intervenir y hacer que las escuelas sean más inclusivas (Burbage, Gesing, & Ashley, 2023). Las investigaciones demuestran que los estudiantes que están solos corren un mayor riesgo de abandonar los estudios y obtener peores calificaciones. Esto pone de relieve la necesidad de contar con herramientas que permitan vigilar estos problemas en entornos en línea (Huang, Han, Li, Wang, & Zhao, 2021).

Añadir este complemento a Moodle se ajusta a la tendencia mundial de dotar a los sistemas de gestión del aprendizaje (LMS) de herramientas que procesan datos para ayudar a los profesores y personalizar las lecciones. Esta idea coincide con lo que dicen los expertos sobre el análisis del aprendizaje, que destacan cómo ver los datos puede mejorar la enseñanza (de La Hoz-Ruiz et al., 2024).

El uso de indicadores de rendimiento y la asignación de colores a los nodos del sociograma, tal y como sugieren los autores consultados (Porcar & Castellanos-Ortega, 2025; Lázaro Tió Torriente, Estrada Sentí, González Hernández, & Rodríguez Ortega, 2011a), añade una dimensión cualitativa al análisis de la interacción. Este enfoque nos permite cuantificar la participación y evaluar su calidad y significado. Estudios recientes abogan por un análisis más profundo de la interacción social en entornos virtuales y recomiendan este método (De-Benedictis et al., 2023).

La metodología de desarrollo utilizada, basada en el Proceso Unificado Racional (RUP), ha demostrado ser adecuada para proyectos de software educativo que requieren flexibilidad y adaptación a necesidades cambiantes (Lutfiani et al., 2023). La naturaleza iterativa del RUP permitió realizar ajustes en el diseño del complemento basándose en las pruebas y los comentarios recibidos. Esto dio como resultado una herramienta más fiable que se ajusta a las expectativas de los usuarios finales.

Las investigaciones muestran que, si bien existen ideas para considerar las redes sociales en la educación, la mayoría se centra en entornos presenciales o utiliza agentes inteligentes para copiar estrategias de enseñanza (Iqbal & Campbell, 2023). Este trabajo amplía este campo al dar una respuesta específica para los espacios en línea, donde no se pueden observar las interacciones y la tecnología es clave para conectarse. Los sociogramas destacan como herramientas para diagnosticar e intervenir, ayudando a identificar roles, dinámicas de poder y grupos más pequeños en clase. En entornos en línea, estas tareas se vuelven aún más cruciales, ya que las personas pueden ocultar su identidad y participar en foros de forma fragmentada (Doleck, Agand, & Pirrotta, 2024).

Una de las principales limitaciones observadas es que este trabajo depende de la participación activa de los estudiantes en los foros, dado que los sociogramas que se generan solo reflejan las interacciones que se

registraron en esta fuente de datos. Trabajos futuros podrían considerar la inclusión de datos de otras actividades de Moodle, como tareas, cuestionarios o chats textuales, para obtener un mapeo más completo de la red social del curso a través de técnicas de minería de textos.

Es importante mencionar que comprender los sociogramas necesita educación docente en los estudios de redes sociales, lo que puede mejorarse creando manuales y realizando sesiones de capacitación. Los estudios indican que el efecto de las herramientas de análisis sobre los métodos de enseñanza se basa en gran medida en el crecimiento de las habilidades digitales de los maestros (Salas-Pilco, Xiao, & Hu, 2022).

El uso de tonos para distinguir tareas y acciones en el gráfico grupal ha demostrado ser natural y útil para hacer que las interacciones grupales sean más claras. Sin embargo, se recomienda verificar la coincidencia entre los colores dados y las acciones reales, para evitar conclusiones incorrectas o prejuiciosas (Lázaro Tió Torriente et al., 2011a).

Otra oportunidad para una mejora reconocida es la opción de adaptar los símbolos y los tonos utilizados, lo que permite a los educadores modificar el sociograma para que coincida con los rasgos únicos de su clase y sus objetivos de enseñanza. Esta adaptabilidad es crucial para el uso efectivo y la aplicación a largo plazo de los dispositivos tecnológicos en el aprendizaje.

El estudio de los hallazgos indica que el complemento puede ser un recurso útil para los estudios escolares, al ofrecer información clara y gráfica sobre el comportamiento de los equipos en entornos en línea. Esto permite la investigación sobre cómo las relaciones cambian con el tiempo y su efecto en la educación. En términos de movimiento y crecimiento, el diseño del complemento le permite encajar en diferentes situaciones y sistemas, lo que ayuda a ampliar el uso del estudio de las redes sociales en colegios y universidades.

La incorporación de herramientas de análisis social en los sistemas de gestión de aprendizaje (LMS) aborda la demanda de una educación más individualizada, inclusiva y basada en la investigación, en línea con las tendencias globales en el avance educativo. La creación de una herramienta para hacer que los gráficos de interacción social en Moodle marca un gran paso adelante en el seguimiento y la mejora de la dinámica del grupo en línea. Su uso puede ayudar a detectar problemas temprano, fomentar la participación y mejorar los métodos de enseñanza.

Los estudios futuros deberían mejorar las pruebas prácticas de la herramienta, su combinación con otros componentes de Moodle y la evaluación de su efecto en los resultados de aprendizaje y la satisfacción del usuario. También se sugiere investigar el uso de complementos en varios entornos de aprendizaje, como la educación primaria, la preparación del maestro y la educación informal, para examinar su importancia e idoneidad para diferentes situaciones.

El trabajo en equipo entre programadores, maestros y analistas de redes sociales es crucial para mejorar el rango y la practicidad del complemento, garantizando su desarrollo continuo y su crecimiento futuro. En última instancia, adoptar pautas universales y liberar la herramienta sin licencias de costos puede alentar el trabajo en equipo global y la mejora continua del complemento, siguiendo los ideales de investigación abierta y avance educativo.

6. Conclusiones

La definición de sociograma y las herramientas, tecnologías y lenguajes relacionados fueron comprendidos de manera más clara gracias a la determinación del marco teórico referencial en la investigación, lo cual permitió abordar de manera más efectiva la problemática estudiada.

El diseño eficiente del plugin facilitó su implementación al proporcionar a los desarrolladores herramientas para comprender en profundidad los detalles de desarrollo del mismo. El uso del plugin permite visualizar



cómo interactúan los estudiantes a través de un sociograma en todos los cursos, lo cual proporciona a los profesores una herramienta útil para evaluar y aplicar métodos de enseñanza adaptados a las necesidades individuales de cada grupo y estudiante, tomando en cuenta sus características psicosociales.

La evaluación exitosa del plugin a través de la implementación de varias pruebas, permitió garantizar la precisión de la información visualizada en los sociogramas, lo que a su vez facilita la creación exitosa de una herramienta educativa efectiva para respaldar la estrategia pedagógica de los profesores.

Financiación

Se agradece al Ministerio de Educación Superior de la República de Cuba por el financiamiento al proyecto "Aprendizaje creativo de la informática durante la formación de profesionales informáticos".

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Navarro Villa, R., & González Hernández, W. (2026). Plugin de Moodle para generar sociogramas basado en la participación de sus estudiantes en sus cursos. *Campus Virtuales*, 15(2), 105-123. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1711>

Referencias

- Al-Fedaghi, S. (2021). Conceptual data modeling: Entity-relationship models as thinging machines. . *IJCSNS International Journal of Computer Science and Network Security*, 21. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2109.14717>
- Alomari, A. M. (2024). Perceptions of Faculty Members on Using Moodle as a Learning Management System in Distance Education. *International Journal of Technology in Education and Science*, 8(1), 75-110.
- Anjos Alves dos, L., & Carvalho Nascimento Serrão, R. (2013). ARSPlugin : um plugin para apoio à análise de redes sociais criadas em fóruns de discussão na plataforma Moodle. Retrieved from <https://bdm.unb.br/handle/10483/7001>
- Avello Martínez, R., Fernández-Álvarez, D., & Gómez Rodríguez, V. G. (2023). Moodle Logs Analytics: An open web application to monitor student activity. *Revista Universidad y Sociedad*, 15(4), 715-721.
- Balda Medina, J. M., & López López, M. G. (2008). LOCOME: metodología de construcción de objetos de aprendizaje. (E. Universitaria Ed.). Cuba.
- Bernal, A., Belmonte, M. L., & Bernárdez-Gómez, A. (2025). Evaluación y asertividad: cohesión de grupo entre estudiantes con discapacidad intelectual. *Revista Latinoamericana de Ciencias Sociales, Niñez y Juventud*, 23(1), 1-22.
- Bhatt, B., & Nandu, M. (2021). An Overview of Structural UML Diagrams. . *International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET)*. Retrieved from https://www.academia.edu/download/73181029/IRJET_V8I8224.pdf
- Burbage, A. K., Gesing, P., & Ashley, D. (2023). Protocol for applying the Learning Environment Diversity, Equity, and Inclusion tool to asynchronous health professions courses. *International Journal of Educational Research Open*, 5, 100277. doi:<https://doi.org/10.1016/j.ijedro.2023.100277>
- Camus Huamán, K. Y., Schult Reátegui, N. E., Sotillo Tapia, P. D., & Benites Sapallanay, R. (2022). Plataforma Moodle, como herramienta digital para la comunicación intercultural de estudiantes de beca 18. *Horizontes. Revista de Investigación en Ciencias de la Educación*, 6. Retrieved from <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v6i26.474>
- Cortes Romero, H. (2016). Diseño y desarrollo de un Plugin para la plataforma " Moodle" que permite la realización de laboratorios remotos. UNIVERSIDAD PEDAGÓGICA NACIONAL, BOGOTÁ D.C. Retrieved from <http://hdl.handle.net/20500.12209/1981>
- Cubero, H. (2020). Lenguaje unificado de modelado (UML). . Retrieved from <https://repositorio.usam.ac.cr/xmlui/handle/11506/2184>
- De-Benedictis, R., Umbrico, A., Fracasso, F., Cortellessa, G., Orlandini, A., & Cesta, A. (2023). A dichotomic approach to adaptive interaction for socially assistive robots. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 33, 293-331. doi:10.1007/s11257-022-09347-6
- de La Hoz-Ruiz, J., Khalil, M., Domingo Segovia, J., & Liu, Q. (2024). Learning analytics for enhanced professional capital development: a systematic review. *Frontiers in Psychology*, 15, 1302658.
- Díaz Rosabal, E. M., Vidal, J. M. D., Martínez, Y. S., Vázquez, A. E. G., Rodríguez, G. R., & Silva, N. T. (2023). Plataforma Moodle y la aplicación WhatsApp, recursos didácticos en tiempos de COVID-19. *RITI Journal*, 11(23), 1-12. doi:10.36825/RITI.11.23.001
- Dilaver, Ö., & Gilbert, N. (2023). Unpacking a black box: A conceptual anatomy framework for agent-based social simulation models. *Journal of artificial societies and social simulation*, 26(1).
- Doleck, T., Agand, P., & Pirrotta, D. (2024). Integrating generative AI in data science programming: Group differences in hint requests. *Computers in Human Behavior: Artificial Humans*, 2(2), 100089. doi:<https://doi.org/10.1016/j.chbah.2024.100089>
- Elkashef, N., & Hassan, Y. F. (2020). Mapping UML sequence diagram into the web ontology language OWL. *International Journal of Advanced Computer Science and Applications*, 11. Retrieved from

- <https://pdfs.semanticscholar.org/44f1/866c80e046ecf4ad7ca563e746f6e493388d.pdf>
- Fotopoulou, E., Zafeiropoulos, A., Guiu, I. M., Feidakis, M., Daradoumis, T., & Papavassiliou, S. (2021). Chapter 11 - Assessing students' social and emotional competencies through graph analysis of emotional-enriched sociograms. In S. Caballé, S. N. Demetriadis, E. Gómez-Sánchez, P. M. Papadopoulos, & A. Weinberger (Eds.), *Intelligent Systems and Learning Data Analytics in Online Education* (pp. 239-271): Academic Press.
- García-García, F. J., Moctezuma-Ramírez, E., Molla-Esparza, C., & López-Francés, I. (2021). Strategies based on social network analysis for enhancing the learning climate at universities. *Research in Education and Learning Innovation Archives*, 27, 33-46.
- García-Magariño, I., & Plaza, I. (2015). FTS-SOCI: An agent-based framework for simulating teaching strategies with evolutions of sociograms. *Simulation Modelling Practice and Theory*, 57, 161-178. doi:<https://doi.org/10.1016/j.simpat.2015.07.003>
- González, D. L. M. (2025). Uso de Moodle como herramienta de apoyo en estudiantes. *Revista Tribunal*, 5(11), 661-681.
- Huang, C., Han, Z., Li, M., Wang, X., & Zhao, W. (2021). Sentiment evolution with interaction levels in blended learning environments: Using learning analytics and epistemic network analysis. *Australasian Journal of Educational Technology*, 37(2), 81-95.
- Huerta-Gomez-Merodio, M., & Requena-García-Cruz, M.-V. (2024). Enhancing Assessment Practices with Moodle: A Comprehensive Study on Teachers' Use of Different Question Types and the Impact of FastTest PlugIn. *Applied Sciences*, 14(21), 10074.
- Iqbal, M. Z., & Campbell, A. G. (2023). Real-time hand interaction and self-directed machine learning agents in immersive learning environments. *Computers & Education: X Reality*, 3, 100038. doi:<https://doi.org/10.1016/j.cexr.2023.100038>
- Jaramillo Navia, M. (2022). El sociograma como instrumento para el análisis de las redes sociales de comunicación. 12.
- Jurgelaitis, M., Drungilas, V., & Čeponienė, L. (2018). Gamified moodle course for teaching UML. *Baltic journal of modern computing*, 6(2), 119-127.
- Kazhikenova, G., Zhumataeva, E., Kozhamzharova, M., Aubakirova, S., & Popandopulo, A. (2024). Developing reflective dialogue educational approach using the Moodle distance learning platform. *Interactive Learning Environments*, 32(5), 2279-2292.
- Khan, H. U., Niazi, M., El-Attar, M., Ikram, N., Khan, S. U., & Gill, A. Q. (2021). Empirical investigation of critical requirements engineering practices for global software development. *IEEE Access*, 9. Retrieved from <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/9465143/>
- Kruchten, P. (2014). What Is the Rational Unified Process ? The RUP Is a Software Engineering Process". *Ration. Softw.*
- Lorig, F., Johansson, E., & Davidsson, P. (2021). Agent-based social simulation of the COVID-19 pandemic: A systematic review. *JASSS: Journal of Artificial Societies and Social Simulation*, 24(3).
- Lutfiani, N., Wijono, S., Rahardja, U., Iriani, A., Aini, Q., & Septian, R. A. D. (2023). A bibliometric study: Recommendation based on artificial intelligence for ilearning education. *Apitisi Transactions on Technopreneurship (ATT)*, 5(2), 109-117.
- Mahadevan, N., Gregg, A. P., & Sedikides, C. (2021). Self-esteem as a hierometer: Sociometric status is a more potent and proximate predictor of self-esteem than socioeconomic status. *Journal of Experimental Psychology: General*. Retrieved from <https://doi.org/10.1037/xge0001056>
- Maida, E., & Pacienza, J. (2020). Metodologías de desarrollo de software. . Retrieved from <https://repositorio.uca.edu.ar/bitstream/123456789/522/1/metodologias-desarrollo- software.pdf>
- Martínez, A., & Martínez, R. (2014). "Guía a rational unified process". Universidad de Castilla la Mancha Escuela Politécnica Superior de Albacete.
- Msie'deen, R. F., Blasi, A. H., Salman, H. E., Alja'afreh, S. S., Abadleh, A., & Alsuwaiket, M. A., ... & Al-Showarah, S. A. . (2022). Detecting commonality and variability in use-case diagram variants. . *Journal of Theoretical and Applied Information Technology*, 100, 1113-1126. Retrieved from <https://arxiv.org/abs/2203.00312>
- Muñoz Onofa, A. E. (2017). Plugin para Inspección de participación de foros en Moodle utilizando técnicas de Análisis de Redes Sociales. Escuela Superior de tecnología e gestão, Leiria.
- Pacheco, A., Yupanqui, R., Mogrovejo, D., Garay, J., & Uribe-Hernández, Y. (2025). Impact of digitization on educational management: Results of the introduction of a learning management system in a traditional school context. *Computers in Human Behavior Reports*, 17, 100592.
- Patiño, E. (2018). Juguemos con regletas Cuisenaire. Retrieved from <http://funes.uniandes.edu.co/10902/1/Patino2012JURECU.pdf>
- Peramunugamage, A., Ratnayake, U. W., Karunanayaka, S. P., & Jayawardena, C. L. (2024). Design of Moodle-based collaborative learning activities to enhance student interactions. *Asian Association of Open Universities Journal*, 19(1), 37-54.
- Porcar, M. J. B., & Castellanos-Ortega, Á. (2025). Seguridad del paciente, ¿qué aportan la simulación clínica y la innovación docente? *Medicina Intensiva*, 49(3), 165-173.
- Prabowo, M. (2020). Metodologi Pengembangan Sistem Informasi. Salatiga: LP2M IAIN Salatiga.
- Rizdania, R., Riono, S. H., Rakhmawati, P. U., & Darmayanti, R. (2023). Interns: Mentoring and Counseling on the Software Development Process. *Jurnal Inovasi Dan Pengembangan Hasil Pengabdian Masyarakat*, 1. Retrieved from <https://www.jurnal.assyfa.com/index.php/jip-dimas/article/view/183>
- Rodríguez, C., Valderrama, S., Vargas, D., Eliseo, M. A., Fracchia, C. C., & Roa, K. (2023). QUIZZES VIA AUGMENTED REALITY ON LEARNING MANAGEMENT SYSTEM: A CASE STUDY OF MOODLE. *Journal of Educators Online*, 20(1).
- Salas-Piñero, S. Z., Xiao, K., & Hu, X. (2022). Artificial intelligence and learning analytics in teacher education: A systematic review. *Education Sciences*, 12(8), 569.
- Sagr, M., Poquet, O., & López-Pernas, S. (2022). Networks in education: A travelogue through five decades. *IEEE Access*, 10, 32361-32380.
- Shafiq, D. A., Marjani, M., Habeeb, R. A. A., & Asirvatham, D. (2022). Student retention using educational data mining and predictive analytics: a systematic literature review. *IEEE Access*, 10, 72480-72503.



- Shilowaras, M., & Jusoh, N. A. (2022). Implementing artificial intelligence chatbot in moodle learning management system. *Engineering, Agriculture, Science and Technology Journal (EAST-J)*, 1(1), 70-75.
- Tió Torriente, L. (2010). metodología para el desarrollo del grupo con estudiantes de la carrera Ingeniería Informática en el Entorno Virtual de enseñanza/Aprendizaje. *Universidad de Matanzas Camilo Cienfuegos Matanzas*.
- Tió Torriente, L., Estrada Sentí, V., González Hernández, W., & Rodríguez Ortega, R. (2011a). Instrument and informatic tool for guiding, controlling and evaluating the interactions among students in the virtual forum. *Revista Cubana de Educación Médica Superior*, 25(2), 59-96.
- Tió Torriente, L., Estrada Sentí, V., González Hernández, W., & Rodríguez Ortega, R. (2011b). Instrumento y herramienta informática para guiar, controlar y evaluar las interacciones de los estudiantes en foros virtuales. *Educación Médica Superior*, 25(2), 59-96.
- Valenzuela Luna, J. A., Medina León, A., & Cruz Wellington Isaac, M. (2024). Estrategia didáctica para la enseñanza de matemáticas en primero de bachillerato con apoyo de moodle. *Conrado*, 20(98), 28-39.
- Vásquez Sanabria, R. D. (2021). Desarrollo de un plugin en Moodle para reconocimiento de Estilos de Aprendizaje. *universidad Militar Nueva Granada, Bogotá*. Retrieved from <https://repository.unimilitar.edu.co/bitstream/10654/38508/1/VasquezSanabriaRubenDario2021.pdf>
- Vidal, C. A., Rivero, S. E., López, L. P., & Pereia, C. A. (2014). Proposal and Application of UML JPI Class Diagrams. *Información tecnológica*, 25. Retrieved from http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0718-07642014000500016&lang=es
- West, G. D. (2023). Using Social Network Analysis to Measure and Visualize Student Clustering Within Middle and High Schools.
- Xia, L., Wang, L., & Huang, C. (2024). Implementing a Social Presence-Based Teaching Strategy in Online Lecture Learning. *European Journal of Investigation in Health, Psychology and Education*, 14(9), 2580-2597.

Evaluación del aprendizaje basado en problemas: grupo experimental y control

Evaluation of problem-based learning: experimental and control group

Victor Alfonso Pérez Salamanca¹, Agustín Lagunes Domínguez²

¹ Institución Educativa Villa de la Candelaria, Colombia

² Universidad Veracruzana, México

victor.perezs@tdea.edu.co , aglagunes@uv.mx

RESUMEN. El Pensamiento Variacional ha sido escasamente desarrollado en los procesos de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas, a pesar de su importancia para comprender el cambio y la variación. Este estudio evalúa el impacto de la Estrategia Didáctica integrada de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en el rendimiento académico de estudiantes de grado décimo de una institución educativa pública de Medellín en sistemas algebraicos y analíticos. Se utilizó un diseño cuasiexperimental con grupos de Control y Experimental, utilizando pruebas diagnósticas antes y después de la intervención. Los resultados muestran diferencias estadísticamente significativas a favor del grupo experimental, indicando la efectividad de la estrategia. En conclusión, se afirma que el ABP ayuda a mejorar el rendimiento académico y el Pensamiento Variacional, lo que facilita el aprendizaje significativo en contextos algebraicos y analíticos.

ABSTRACT. Variational Thinking has been poorly developed in the teaching-learning processes of mathematics, despite its relevance for understanding change and variation. This research evaluates the impact of a Didactic Strategy incorporating Problem-Based Learning (PBL) on academic performance in algebraic and analytical systems in tenth grade students from an official educational institution in Medellín. A quasi-experimental design with control and experimental group was used, applying diagnostic tests before and after the intervention. The results show statistically significant differences in favor of the experimental group, which shows the effectiveness of the strategy. It is concluded that the PBL contributes to strengthening academic performance and Variational Thinking, promoting meaningful learning in algebraic and analytical contexts.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje Basado en Problemas, Sistemas algebraicos, Sistemas analíticos, Rendimiento académico, Diseño cuasi-experimental.

KEYWORDS: Problem-Based Learning, Algebraic systems, Analytical systems, Academic performance, Quasi-experimental design.

1. Introducción

El Pensamiento Variacional se reconoce como un eje estructurante en la educación matemática, ya que facilita la comprensión de los fenómenos de cambio, las relaciones funcionales y la variabilidad en diversos contextos, promoviendo así habilidades analíticas más allá de la manipulación simbólica, orientadas a la interpretación de situaciones reales mediante el lenguaje matemático. No obstante, tanto Sánchez-Bayona (2021) como Gómez-Ospina (2013) coinciden en que este enfoque aún es limitado en la práctica pedagógica escolar, especialmente cuando se tratan contenidos algebraicos y analíticos.

En este sentido, el desarrollo histórico del Pensamiento Variacional está estrechamente ligado a la evolución de las matemáticas, especialmente al surgimiento del cálculo diferencial e integral, así como a los avances en geometría y física. Aunque el concepto ha sido introducido recientemente en el ámbito educativo, sus fundamentos están ligados a los orígenes de las matemáticas como disciplina formal, donde el análisis de los cambios y regularidades era esencial para la comprensión de los fenómenos naturales, como señala Gómez-Ospina (2013).

En la actualidad, las instituciones de educación superior enfrentan importantes desafíos relacionados con la transformación de las prácticas pedagógicas y la incorporación efectiva de tecnologías emergentes en los procesos formativos, como lo menciona Guivala (2024). Esta necesidad de adaptación también se refleja en la educación básica, donde el desarrollo del pensamiento variacional ha sido establecido por el Ministerio de Educación Nacional como uno de los logros fundamentales. Este tipo de pensamiento se articula a partir de dos nociones clave: el cambio y la variación, las cuales deben estar presentes desde los primeros niveles de escolaridad (Díaz-Fernández, 2024; Ministerio de Educación Nacional, 1998).

No obstante, diversas investigaciones, enmarcadas en enfoques como el álgebra temprana y la perspectiva sociocultural, han evidenciado avances significativos en el desarrollo del pensamiento variacional. No obstante, también se ha identificado la necesidad de revisar cómo se abordan estas formas de pensamiento desde las etapas iniciales del sistema educativo, según Díaz-Fernández (2024). En este contexto, Leung (2023) propone una aproximación pedagógica basada en la comprensión epistemológica y cognitiva del cambio, apoyada en el uso de Entornos Geométricos Dinámicos (EGD), los cuales han sido objeto de estudio durante las últimas tres décadas. Estas plataformas digitales, que combinan lo virtual con lo geométrico-euclidiano, permiten explorar fenómenos matemáticos relacionados con la variación, favoreciendo así el desarrollo de una comprensión más profunda del cambio matemático.

Por su parte, Aruova, Beisebay, Akzhigitov y Tilepiev (2023) destacan que el principio variacional, en sus orígenes, fue concebido como una estrategia para resolver ecuaciones funcionales lineales, centrada en la búsqueda de valores extremos de funciones particulares. Este enfoque ha demostrado ser útil para encontrar soluciones en contextos matemáticos complejos, donde la interpretación funcional resulta esencial. En el ámbito curricular, Flores y García (2022) señalan que el sistema educativo colombiano ha incorporado de manera progresiva el pensamiento variacional en sus lineamientos. Su estudio, enfocado en la enseñanza de la pendiente, compara este proceso con los currículos de Estados Unidos y México, y evidencia que estos análisis pueden ser de gran utilidad para orientar futuras reformas curriculares y prevenir dificultades en la comprensión de conceptos fundamentales por parte del estudiantado.

A su vez, los Lineamientos Curriculares en Matemáticas del Ministerio de Educación Nacional (1998), estipulan que la resolución de problemas no debe ser vista únicamente como una actividad de aplicación de conocimientos previamente adquiridos, sino más bien como un proceso a través del cual se crea conocimiento matemático. De este modo, se reconoce que el planteamiento y análisis de problemas son herramientas pedagógicas claves para facilitar un aprendizaje significativo y profundo, al tiempo que permiten a los estudiantes descubrir conceptos por sí mismos, lo que garantiza un mayor nivel de comprensión y retención. Así, el pensamiento variacional está directamente relacionado con los procesos de cambio y variación, y su comprensión es esencial para potenciar las acciones pedagógicas en el aula.

Igualmente, los Derechos Básicos de Aprendizaje (DBA) del Ministerio de Educación Nacional (2016), enfatizan que el desarrollo del pensamiento variacional es esencial para que los estudiantes sean capaces de reconocer, describir y analizar patrones de cambio, así como establecer relaciones funcionales entre variables. Interpretar, representar y transformar situaciones que involucran relaciones cuantitativas promueve la comprensión temprana de conceptos algebraicos y funcionales, lo que facilita una transición más efectiva a niveles más abstractos de pensamiento matemático.

En respuesta a la problemática identificada, según el ICFES (2023), se evidenció que los estudiantes de décimo grado mostraron resultados inferiores en la competencia de razonamiento en comparación con otras competencias evaluadas en la prueba nacional “Evaluar para Avanzar”. Esta situación resalta la necesidad de fortalecer el Pensamiento Variacional desde las primeras etapas escolares, a través de estrategias de enseñanza que promuevan el estudio de las relaciones funcionales, la modelación de fenómenos y la formulación de hipótesis. Al respecto, Sánchez-Bayona (2021) sugiere que este tipo de pensamiento es fundamental para la comprensión del álgebra temprana, ya que permite al estudiante reconocer patrones y generalizar a partir de ellos, lo que representa la transición del pensamiento aritmético al algebraico.

Cabezas y Mendoza (2016) argumentan que el Pensamiento Variacional permite la creación de estructuras cognitivas fuertes que facilitan la interpretación y modelado de situaciones relacionadas con el cambio. Estas estructuras permiten a los estudiantes movilizar conocimientos previos, establecer conexiones con nuevas ideas y desarrollar representaciones mentales flexibles, lo que les ayuda a comprender la variación y el comportamiento de las funciones matemáticas en contextos de la vida real.

La enseñanza de las matemáticas ha integrado históricamente la resolución de problemas como una estrategia central para abordar situaciones propias de la vida cotidiana. Esta práctica no solo permite el desarrollo de habilidades matemáticas, sino que también prepara al estudiante para enfrentar eventos del entorno con herramientas lógicas y analíticas. En este contexto, el pensamiento variacional ha sido frecuentemente tratado como un componente accesorio, generalmente incorporado en las fases finales del proceso de aprendizaje. Esta ubicación tardía ha hecho que su vínculo con la resolución de problemas se perciba como una consecuencia del pensamiento preoperacional, más que como una herramienta transversal para interpretar y comprender fenómenos diversos del entorno (Galvis-Rivera & González-Bautista, 2024).

Por otro lado, se ha evidenciado que la enseñanza del cálculo, en múltiples enfoques tradicionales, ha privilegiado la transmisión de procedimientos algorítmicos y el fortalecimiento de habilidades mecánicas orientadas a resolver ejercicios rutinarios. Este énfasis en la formalización y la ejecución sistemática de algoritmos ha limitado el uso flexible de representaciones diversas, restringiendo con ello el desarrollo de un pensamiento más amplio y comprensivo de los conceptos matemáticos (Hitty-Dufour, 2021; Rasmussen et al., 2014; Zaldívar-Rojas, Cabrera-Chim & Jiménez-Villalpando, 2025).

En contraste con estos enfoques mecanicistas, investigaciones recientes han mostrado un interés creciente por promover formas de pensamiento más abstractas y funcionales en los niveles escolares iniciales. En particular, el pensamiento algebraico ha adquirido una relevancia destacada dentro del campo de la Didáctica de la Matemática. Los resultados reportados por Narváez, Adamuz-Povedano y Cañadas (2025) evidencian una amplia producción académica centrada en este enfoque, así como la consolidación de redes de colaboración entre distintos investigadores. Conceptos como “early algebra”, “functional thinking” y “generalization” emergen como ejes temáticos predominantes en los estudios actuales, lo cual refleja una evolución en la forma de concebir el aprendizaje matemático desde etapas tempranas de escolaridad.

De manera similar, Hwang et al. (2024) argumentan que la integración de herramientas tecnológicas y metodologías activas, como el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), mejora significativamente el Pensamiento Variacional al involucrar al estudiante en experiencias auténticas de resolución de problemas. Este enfoque fomenta la investigación, el análisis crítico y la toma de decisiones colaborativa, convirtiendo al estudiante en un agente activo en la construcción del conocimiento.

Desde una perspectiva teórica, Nino-Merlo (2023), citando a Bosch (2001), afirma que la teoría antropológica del conocimiento (TAS) considera la actividad matemática como una organización estructurada en praxeologías que incorporan tipos de problemas, técnicas para resolverlos, discursos explicativos (tecnologías) y sus teorías de soporte. Este concepto permite entender las matemáticas como una práctica social situacional, donde el conocimiento y la comprensión se entrelazan, permitiendo al estudiante no sólo utilizar técnicas, sino también justificar sus procedimientos y crear argumentos sólidos.

En el contexto de la educación primaria, Peña-Lozano y González-Veloz (2022) destacan que el pensamiento variacional se centra en la identificación de patrones y variación, lo cual es clave para el aprendizaje del álgebra y el cálculo. Esta perspectiva enfatiza la necesidad de crear un ambiente de aula que fomente la indagación, la conjetura y la argumentación, que son fundamentales para el desarrollo del pensamiento matemático desde una edad temprana.

Con base en lo anterior, la estrategia de enseñanza desarrollada en este estudio se sustenta en tres enfoques teóricos que orientan su estructura y aplicación: el constructivismo, la teoría antropológica del conocimiento y el ABP. Desde una perspectiva constructivista, se reconoce que el Aprendizaje Significativo ocurre cuando la nueva información se integra significativamente con el conocimiento previo del estudiante, contribuyendo a una comprensión profunda y sostenida. Araya et al. (2007) señalan que los precursores del constructivismo a lo largo de la historia se pueden encontrar en las ideas de filósofos y científicos como Descartes, Galileo y Kant, quienes enfatizaron la importancia de la organización racional de la experiencia, la observación y el conocimiento.

Ausubel (2000) sostiene que el Aprendizaje Significativo depende no sólo del contenido transmitido, sino también de cómo está organizado y conectado con las estructuras cognitivas existentes. En este sentido, los docentes tienen la responsabilidad de crear un ambiente de aprendizaje que facilite la activación de los conocimientos previos y la conexión con nuevos conocimientos, lo cual es necesario para el desarrollo del pensamiento variacional.

Por su parte, el ABP, aceptado como una metodología central de la Estrategia Didáctica, tiene su origen en el médico y educador estadounidense Howard S. Burroughs, considerado el "padre del aprendizaje basado en problemas", toma su inspiración de la obra de Burroughs. Junto con Roberto Tamblin, Burroughs publicó en 1980 el libro "Aprendizaje Basado en Problemas: Un Enfoque a la Educación Médica", que reunía los fundamentos teóricos y metodológicos de este enfoque, originalmente utilizado en la formación médica pero luego extendido a muchas disciplinas, incluida la educación matemática, como menciona Engle (1981).

Este enfoque desafía a los estudiantes a resolver problemas complejos que requieren que investiguen, analicen, debatan y desarrollen soluciones de forma colaborativa, desarrollando así habilidades de pensamiento crítico y una comprensión profunda del contenido. A diferencia del enfoque tradicional centrado en la memorización, el ABP fomenta la autonomía, la curiosidad y la aplicación del conocimiento en la vida real.

Cabrera-Dávila y Sánchez-Vargas (2023) afirman que el ABP ha demostrado su eficacia para mejorar el rendimiento académico en áreas como las matemáticas, especialmente en la comprensión de conceptos abstractos como el álgebra y el análisis funcional. De la Peña-Amorós et al. (2024) coinciden en que el objetivo del ABP es preparar a los futuros profesionales para afrontar eficazmente los retos del mundo laboral desarrollando habilidades esenciales que no se pueden lograr únicamente mediante el aprendizaje teórico.

En Colombia, Orozco-Carvajal (2023) sostiene que la calidad de la educación se evalúa principalmente a través de pruebas estandarizadas utilizadas por el Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación (ICFES), que juega un papel central en la medición del desempeño de los estudiantes a nivel nacional. Estas evaluaciones permiten una valoración precisa del nivel educativo en diversas competencias, incluidas las matemáticas. Peña-Lozano y González-Veloz (2022) complementan esta visión al señalar que el ICFES —antes Instituto Colombiano para el Fomento de la Educación Superior— fue el principal organismo encargado de



desarrollar estos instrumentos de evaluación, fortaleciendo su reconocimiento y validez a nivel nacional e internacional.

Como parte de este proceso de investigación, se utilizó un cuestionario (<https://bit.ly/4Aqetus>) compuesto por veinte preguntas como Pre-test y Post-test, tanto para el grupo experimental como para el grupo control: diez de las pruebas PISA (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2015) y diez del ICFES (2022). Estas preguntas se utilizaron en su forma original, lo que garantiza su validez, confiabilidad y cumplimiento de los estándares internacionales. El propósito del cuestionario fue evaluar el nivel de desarrollo del pensamiento variacional y el conocimiento de sistemas algebraicos y analíticos en estudiantes de décimo grado, tomando en cuenta aspectos como el reconocimiento de patrones, el análisis de relaciones funcionales y la interpretación de representaciones algebraicas y gráficas.

George Polya, considerado uno de los mayores promotores del Pensamiento Matemático en el siglo XX, también es mencionado en los Lineamientos Curriculares en Matemáticas del Ministerio de Educación Nacional (1998) por su invaluable contribución a la enseñanza de la resolución de problemas. Shirali (2014) destaca que Polya promovió a lo largo de su vida una cultura basada en el pensamiento heurístico, desarrollando un modelo que incluye etapas como la comprensión del problema, la planeación, la ejecución y la verificación, lo que promueve la metacognición, el razonamiento y la creatividad en el aula.

El desarrollo de la adolescencia contemporánea se ha visto fuertemente influenciado por la exposición constante a las tecnologías digitales, como internet, las redes sociales y los dispositivos móviles. Esta familiaridad con los entornos virtuales facilita la comunicación continua entre iguales, aunque también puede generar hábitos de uso excesivo que impactan negativamente la vida académica y personal, a la vez que generan efectos positivos en ciertos contextos (Ruiz-Lázaro, Jiménez-García y Huetos-Domínguez, 2025).

En respuesta a estos desafíos, se han promovido propuestas educativas mediadas por tecnologías emergentes, orientadas a mejorar el aprendizaje en áreas complejas. En este sentido, Hernández-Torres, Caparrós-Mancera, Rodríguez-Pérez y Rodríguez-González (2025) diseñaron una herramienta de Realidad Aumentada (RA) como recurso didáctico para fortalecer el pensamiento variacional en asignaturas como "Cálculo, Construcción y Ensayo de Máquinas" en programas de ingeniería. La aplicación de esta tecnología demostró un aumento en la motivación del alumnado, lo que respalda su utilidad pedagógica.

Respecto al aprendizaje en entornos virtuales, Pérez-Conde, De la Fuente, Barroso-Saraiva y Baena-González (2025), haciendo eco de los planteamientos de Ortiz y Moreno (2014), enfatizan que la eficacia del proceso educativo en línea depende de la infraestructura tecnológica, que debe garantizar una adecuada calidad y cantidad en la transmisión de información y la interacción entre los participantes.

La consolidación de los entornos digitales de aprendizaje ha sido posible gracias a los avances tecnológicos, como indican Luque-López, García-Pazo y Molina-Mula (2024). Esta transformación tecnológica no solo ha impactado en el ámbito educativo, sino que también ha permeado áreas como la salud, el trabajo, la comunicación y el entretenimiento, reafirmando su papel central en la vida contemporánea (Colombo-Ruano y González-González, 2024; Czaja et al., 2006).

Este proceso ha propiciado un cambio significativo en los enfoques educativos, posicionando las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) como elementos fundamentales para la innovación pedagógica. Martín-Párraga, Llorente-Cejudo y Barroso-Osuna (2023) destacan que, dentro de los procesos de enseñanza y aprendizaje, es crucial considerar la disposición del profesorado a utilizar las TIC, ya que su actitud hacia estas herramientas puede facilitar o limitar su integración efectiva en el aula (Flores-Lueg & Roig-Vila, 2017; Mejía et al., 2018).

Desde esta perspectiva, planteamos la hipótesis de que el uso de este enfoque permite a los estudiantes construir conocimiento basado en sus propias experiencias, asumir un rol activo en el aprendizaje y

experimentar las matemáticas como una actividad significativa y contextualizada. Así, la implementación de una estrategia de enseñanza orientada al ABP permitió observar objetivamente el progreso en la comprensión y utilización del pensamiento variacional, lo que contribuyó al fortalecimiento del pensamiento matemático y al mejoramiento del rendimiento académico.

Finalmente, se reconoce que el Pensamiento Variacional, además de contenidos de aprendizaje específicos, representa un enfoque transversal que permite a los estudiantes interpretar fenómenos de cambio, establecer conexiones entre representaciones matemáticas y construir modelos funcionales aplicables a diferentes áreas del conocimiento. En consecuencia, el objetivo de este estudio es determinar el impacto de una estrategia de enseñanza orientada al ABP en el desarrollo del pensamiento variacional y el rendimiento académico en sistemas algebraicos y analíticos entre estudiantes de décimo grado.

2. Revisión de la literatura

La historia del Pensamiento Variacional está estrechamente vinculada al desarrollo de las matemáticas, en particular, al surgimiento del cálculo diferencial e integral, la geometría y la física. Aunque el concepto ha sido introducido recientemente en el ámbito educativo, sus fundamentos están ligados a los orígenes de las matemáticas como disciplina formal. Según Gómez-Ospina (2013), este tipo de pensamiento está relacionado con procesos de cambio y variación y su comprensión es fundamental para potenciar las acciones pedagógicas en el aula.

A su vez, los Lineamientos Curriculares en Matemáticas del Ministerio de Educación Nacional de Colombia establecen que la resolución de problemas no debe ser considerada sólo como una actividad de aplicación de conocimientos previamente adquiridos, sino también como un proceso a través del cual se crea conocimiento matemático (Ministerio de Educación Nacional, 1998). En este sentido, se destaca que la formulación y análisis de problemas se convierte en una herramienta fundamental en el aula. De igual manera, los DBA estipulan que el estudiante debe explicar, representar y transformar situaciones que involucren relaciones cuantitativas, promoviendo así una comprensión temprana de conceptos algebraicos y funcionales (Ministerio de Educación Nacional, 2016).

Hwang et al. (2024) enfatizan que a través de la integración de la mediación tecnológica y metodologías como el ABP, se mejora el pensamiento variacional al involucrar al estudiante en experiencias de resolución de problemas del mundo real, promoviendo la indagación, el análisis crítico y la formulación colaborativa de soluciones.

Niño-Merlo (2023), citando a Bosch (2001), explica que la teoría antropológica del conocimiento concibe la actividad matemática como una organización estructurada en praxeologías, integrada por tipos de problemas, técnicas para resolverlos, discursos explicativos (tecnologías) y las teorías que los sustentan. Al respecto, Peña-Lozano y González-Veloz (2022) destacan que el pensamiento variacional en educación primaria se centra en los patrones y la variación, como base para el estudio del álgebra y el cálculo.

Desde una perspectiva constructivista, el aprendizaje significativo ocurre cuando la nueva información se conecta con el conocimiento previo (Ausubel, 2000). Araya et al. (2007) destacan los antecedentes del pensamiento constructivista en las ideas de Descartes, Galileo y Kant, y reconocen la diversidad de enfoques derivados de este paradigma.

El Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) ha sido reconocido como una metodología centrada en el estudiante, cuyo propósito es fomentar competencias esenciales para la vida profesional y académica, tales como el pensamiento crítico, la toma de decisiones fundamentadas, la construcción autónoma del conocimiento y el trabajo colaborativo. Desde esta perspectiva, Mendoza-Sifuentes, Vega-Vilca, Silva-Narvaste y Boy-Barreto (2024) analizaron distintas concepciones en torno a esta estrategia en contextos educativos, destacando su potencial para transformar las dinámicas tradicionales de enseñanza.



De manera complementaria, Coronel, Gamarra, Huarez, Faustino y Collazos (2023), retomando las ideas de Dueñas (2007), sostienen que el ABP debe entenderse como un enfoque pedagógico versátil, tanto en lo metodológico como en lo didáctico, que permite al estudiante desempeñar un rol activo en la construcción de saberes significativos. Esta visión plantea la necesidad de reflexionar sobre experiencias exitosas donde esta metodología ha sido implementada, con el fin de promover su aplicación en la práctica profesional docente y en los procesos formativos de los propios educandos.

Por su parte, Plaza-Angulo y López-Toro (2025) destacan que el ABP, cuyo origen se remonta a mediados del siglo XX, ha logrado consolidarse en diversos escenarios educativos, especialmente en la formación empresarial y en la educación superior. En estos espacios, esta metodología ha evolucionado desde el estudio de casos hacia propuestas más complejas e integradoras, como lo evidencian las investigaciones de Amo et al. (2014), Jiménez et al. (2013), Martín-Peña et al. (2015), Castilla-Polo et al. (2022) y Morselli y Gorenc (2022), quienes han documentado su implementación en universidades y otras instituciones de formación avanzada.

Por su parte, el ABP desarrollado originalmente por Howard S. Burroughs durante su formación médica, se ha convertido en una metodología efectiva en varios campos, incluidas las matemáticas (Engle, 1981). Esta metodología permite al estudiante desempeñar un rol activo y contribuir a la construcción del conocimiento a través de la resolución de problemas contextualizados. Cabrera-Dávila y Sánchez-Vargas (2023) muestran que el ABP mejora significativamente el rendimiento académico, especialmente en la comprensión de conceptos abstractos. Asimismo, De la Peña-Amorós et al. (2024) argumentan que este enfoque permite la adquisición de habilidades transferibles al ámbito profesional.

Orozco-Carvajal (2023) destaca que la calidad de la educación en Colombia se mide principalmente mediante pruebas estandarizadas del ICFES, como también lo señalan Peña-Lozano y González-Velosa (2022). En este estudio se utilizó un cuestionario de veinte ítems compuesto por preguntas de las pruebas PISA (Instituto Nacional de Evaluación Educativa, 2015) e ICFES (2022) para evaluar el desarrollo del pensamiento variacional y su aplicación en sistemas algebraicos y analíticos.

Los Lineamientos Curriculares también reconocen el valor del enfoque heurístico de George Pólya para fortalecer el pensamiento matemático. Shirali (2014) destaca las fases del método de Pólya como herramientas para promover metacognición, razonamiento y creatividad.

En definitiva, este marco conceptual respalda la implementación de la Estrategia Didáctica incorporando el ABP, aplicada en un diseño cuasi-experimental con grupo control y grupo experimental. El análisis de los resultados obtenidos mediante el Pre-test y Post-test permite evaluar el impacto del ABP en el desarrollo del Pensamiento Variacional.

3. Metodología

La asignación de grupos se basó en los resultados del diagnóstico inicial (Pre-test), especialmente en el ítem "Participación previa en estrategias didácticas relacionadas con el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)". Los datos mostraron que el 73,5% de los estudiantes del Grupo Décimo 1 informaron tener experiencia previa con estrategias basadas en ABP, mientras que solo el 34,5% de los estudiantes del Grupo Décimo 2 informaron estar familiarizados con la metodología. Debido a esta diferencia, el grupo Décimo 2 fue designado como grupo experimental porque su menor experiencia previa con ABP permitió una evaluación más precisa de los efectos de la Estrategia Didáctica.

En consecuencia, el grupo Décimo 1 fue establecido como grupo de control, manteniendo una enseñanza de corte tradicional para evitar sesgos en la medición de los resultados, dada su familiaridad con el enfoque ABP. Esta distribución respondió a tres criterios fundamentales. Primero, se buscó reducir posibles sesgos en la evaluación del impacto, ya que un grupo control con alta experiencia previa en ABP podría reflejar

aprendizajes anteriores y no necesariamente efectos de la intervención. Segundo, se consideraron las condiciones iniciales de cada grupo, lo cual facilitó una comparación más justa y precisa del efecto de la estrategia entre estudiantes con menor trayectoria en esta metodología. Tercero, la distribución adoptada fortaleció la validez interna del diseño cuasiexperimental, al asegurar que los cambios observados pudieran ser atribuidos con mayor certeza a la implementación de la estrategia didáctica, y no a factores previos.

La investigación adoptó un enfoque cuantitativo y un método cuasiexperimental con aplicación de pruebas Pre-test y Post-test en dos grupos independientes (control y experimental), en consonancia con las directrices metodológicas propuestas por Rodríguez -Pérez y Ramírez (2015) citando Campbell y Stanley (2005). De este modo, siguiendo estas directrices Salazar-Rojas (1969), analiza los conceptos del diseño experimental, de validez interna y externa, así como las amenazas que diversos factores pueden presentar para estas, además de los elementos de control que el método científico y los diseños de investigación disponen para contrarrestar dichas amenazas, como la aleatorización, el pretest y el grupo control.

En efecto, la muestra estuvo conformada por un total de 69 estudiantes de grado décimo, distribuidos en un grupo experimental ($n = 35$) y un grupo control ($n = 34$). En el caso del grupo control, la totalidad de los estudiantes respondió el Pre-test, pero únicamente 30 participaron en el Post-test, debido a inasistencias justificadas.

Por su parte, entre el 28 de enero y el 10 de abril de 2025, se implementó la Estrategia Didáctica incorporando el ABP con el grupo experimental. Esta intervención contempló quince sesiones centradas en el fortalecimiento del Pensamiento Variacional y su aplicación a los Sistemas Algebraicos y Analíticos. De este modo, tanto el grupo experimental como el grupo de control participaron en una evaluación diagnóstica inicial (Pre-test) al inicio del proceso (sesión 0), y en una evaluación final (Post-test) al concluir la intervención (sesión 15). En efecto, estos instrumentos permitieron medir los cambios en el rendimiento académico derivados de la Estrategia Didáctica.

Los resultados obtenidos evidenciaron una mejora significativa en el grupo experimental, lo que sugiere un impacto positivo de la estrategia didáctica basada en el ABP sobre el aprendizaje de los estudiantes. Con base en lo anterior, se plantearon las siguientes hipótesis de investigación:

3.1. Hipótesis de la investigación

La implementación de una estrategia didáctica por medio del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) mejora significativamente el desarrollo del Pensamiento Variacional en estudiantes de grado décimo aplicados a los Sistemas Algebraicos y Analíticos, y es percibida por los docentes de la Institución Educativa Villa de la Candelaria como una estrategia fiable y efectiva.

3.1.1. Grupo experimental

- Hipótesis nula (H_{01}): No existe una diferencia significativa entre las medias del Pre-test y Post-test del grupo experimental; es decir, la estrategia didáctica basada en ABP no mejora significativamente el desarrollo del Pensamiento Variacional en estudiantes de grado décimo.

Formalmente: $H_{01}: \mu_1 = \mu_2$

Donde:

μ_1 = media del puntaje en el Pre-test del grupo experimental

μ_2 = media del puntaje en el Post-test del grupo experimental

- Interpretación: No existe diferencia significativa entre los puntajes antes y después de la implementación de la estrategia didáctica basada en ABP.



- Hipótesis alternativa (H_{11}): Existe una diferencia significativa entre las medias del Pre-test y Post-test del grupo experimental; es decir, la estrategia didáctica basada en ABP sí mejora significativamente el desarrollo del Pensamiento Variacional en estudiantes de grado décimo.

Formalmente: $H_{11}: \mu_1 \neq \mu_2$

Interpretación: Existe una diferencia significativa entre los puntajes del Pre-test y Post-test del grupo experimental, atribuible a la implementación de la estrategia didáctica basada en ABP.

3.1.2. Grupo de control

- Hipótesis nula (H_{02}): No existe una diferencia significativa entre las medias del Pre-test y Post-test del grupo de control; es decir, el método tradicional no produce cambios significativos en el desarrollo del Pensamiento Variacional.

Formalmente: $H_{02}: \mu_3 = \mu_4$

Donde:

μ_3 = media del puntaje en el Pre-test del grupo de control

μ_4 = media del puntaje en el Post-test del grupo de control

Interpretación: No existe diferencia significativa entre los puntajes antes y después del proceso tradicional de enseñanza.

- Hipótesis alternativa (H_{12}): Existe una diferencia significativa entre las medias del Pre-test y Post-test del grupo de control; es decir, el método tradicional sí produce cambios significativos en el desarrollo del Pensamiento Variacional.

Formalmente: $H_{12}: \mu_3 \neq \mu_4$

Interpretación: Existe una diferencia significativa entre los puntajes del Pre-test y Post-test del grupo de control, atribuible al desarrollo normal de las clases con el método tradicional.

3.1.3. Comparación entre el Grupo Experimental y el Grupo de Control en el Post-test

- Hipótesis nula (H_{03}): No existe una diferencia significativa entre las medias del Post-test del grupo experimental y del grupo de control; es decir, la estrategia didáctica basada en ABP no produce efectos significativamente diferentes en comparación con el método tradicional.

Formalmente: $H_{03}: \mu_2 = \mu_4$

Donde:

μ_2 = media del puntaje en el Post-test del grupo experimental

μ_4 = media del puntaje en el Post-test del grupo de control

Unilateralmente: $H_{03}: \mu_2 \leq \mu_4$

Interpretación: No existe diferencia significativa en el desarrollo del Pensamiento Variacional entre los estudiantes que participaron en la estrategia didáctica basada en ABP y los que siguieron el método tradicional.

• Hipótesis alternativa (H_{13}): Existe una diferencia significativa entre las medias del Post-test del grupo experimental y del grupo de control; es decir, la estrategia didáctica basada en ABP sí genera efectos significativamente diferentes en comparación con el método tradicional.

Formalmente: $H_{13}: \mu_2 \neq \mu_4$

Unilateralmente: $H_{13}: \mu_2 > \mu_4$

Interpretación: Existe una diferencia significativa en el desarrollo del Pensamiento Variacional entre los estudiantes del grupo experimental (Estrategia Didáctica incorporando el ABP) y los del grupo de control (método tradicional).

4. Resultados

El análisis de los datos recogidos a partir del diseño cuasi-experimental permitió evaluar el impacto de una Estrategia Didáctica incorporando el ABP en el rendimiento académico de los estudiantes de educación media en contenidos de sistemas algebraicos y analíticos. Para ello, se compararon los resultados obtenidos por el Grupo Experimental y el Grupo de Control en pruebas diagnósticas (Pre-test) y finales (Post-test).

4.1. Grupo experimental

A continuación, se presentan los resultados obtenidos por los estudiantes del Grupo Experimental (Grupo 10-02) al aplicar el Pre-test y el Post-test. Estos datos nos permiten observar diferencias individuales en el rendimiento académico tras la implementación de la estrategia de enseñanza aprendizaje incorporando el ABP (ver Tabla 1).

Pre-Test	Post-test
23,75	22,5
15	22,5
12,5	25
16,25	15
15	30
5	45
7,5	45
16,25	42,5
11,25	28,75
8,75	31,25
10	28,75
8	18,75
10	25
6,25	23,75
36,25	23,75
7,5	38,75
15	22,5
33,75	27,5
17,5	50
23,75	30
33,75	13,75
13,75	32,5
25	50
7,5	50
18,75	50
22,5	50
23,75	50
12,5	50
20	46,25
23,75	50
10	50
5	40
12,5	50
25	50
25	50

Tabla 1. Resultados del Pre-test y el Post-test en el Grupo Experimental. Fuente: Elaboración propia.



La media aritmética del grupo experimental en el Pre-test fue de 16,51 puntos, mientras que en el Post-test alcanzó los 36,54 puntos. Este aumento refleja una mejora significativa en el rendimiento académico tras la implementación de la estrategia. Además, se observó un aumento en la varianza (de 71,42 a 155,34) y en la desviación estándar (de 8,45 a 12,46), lo que indica una mayor dispersión de calificaciones en la evaluación final.

Ahora, con el propósito de determinar si la diferencia observada era estadísticamente significativa, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, considerando los tamaños muestrales correspondientes al Pretest (n_1) y al Post-test (n_2). La fórmula empleada para el cálculo fue la siguiente:

$$t = \frac{\mu_2 - \mu_1}{\sqrt{\frac{s_1^2}{n_1} + \frac{s_2^2}{n_2}}}$$

Donde:

$$n_1 = 35$$

$$\mu_1 \cong 16,51$$

$$s_1^2 \cong 71,42$$

$$n_2 = 35$$

$$\mu_2 \cong 36,54$$

$$s_2^2 \cong 155,34$$

Sustituyendo los valores:

$$t = \frac{36,54 - 16,51}{\sqrt{\frac{71,42}{35} + \frac{155,34}{35}}} = \frac{20,03}{\sqrt{2,04 + 4,44}} = \frac{20,03}{2,55} \cong 7,866$$

$$\alpha = 0,05$$

$$gl = 35 + 35 - 2$$

Valor crítico: $\pm 1,995$.

p calculado: $3,84 \times 10^{-11}$

Lo anterior, permite rechazar la hipótesis nula con un alto nivel de confianza y confirmar que la diferencia entre ambas pruebas es estadísticamente significativa (ver Figura 1).

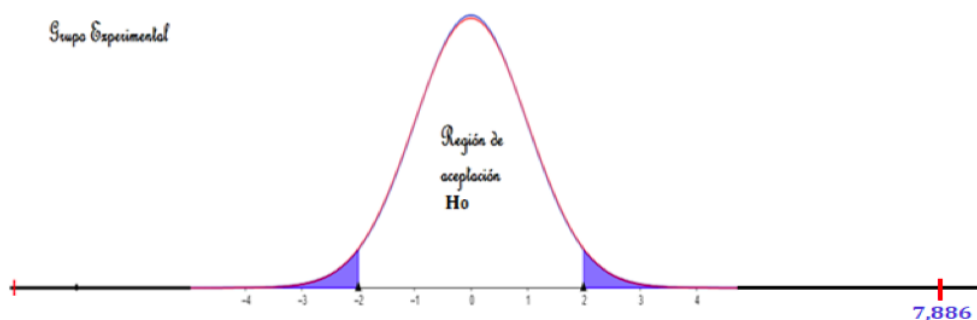


Figura 1. Distribución t de Student de dos colas para el Grupo Experimental. Fuente: Elaboración propia con la ayuda de GeoGebra.

Dado que el cuestionario utilizado fue el mismo tanto en el pretest como en el Pos-test, y que el estudiantado ya estaba familiarizado con él, se procedió a realizar un análisis de covarianza (ANCOVA). De acuerdo con IBM SPSS Statistics (2021), el procedimiento de análisis de covarianza permite comparar las medias de una variable dependiente continua en función de dos o más variables de tipo factor, y examinar el efecto de una o más covariables, así como las interacciones entre estas y los factores. Las variables de tipo factor dividen la población en grupos, permitiendo probar hipótesis nulas sobre los efectos de otras variables en las medias de una única variable dependiente (ver Tabla 2). También es posible investigar las interacciones entre factores, los efectos de factores individuales (algunos de ellos aleatorios), así como la influencia de las covariables y sus interacciones con los factores.

Para llevar a cabo manualmente un análisis de covarianza (ANCOVA) básico a través de regresión lineal simple, se ajustó un modelo en el cual β_0 representa el intercepto, β_1 corresponde al coeficiente de regresión asociado a la covariable, y ϵ denota el término de error que capta la variabilidad no explicada por el modelo. El modelo ajustado fue el siguiente:

$$Post - test = \beta_0 + \beta_1 \cdot (Pre - test) + \epsilon$$

(X_i)	(Y_i)	$X_i * Y_i$	X_i^2	Y_i^2
23,75	22,5	534,375	564,0625	506,25
15	22,5	337,5	225	506,25
12,5	25	312,5	156,25	625
16,25	15	243,75	264,0625	225
15	30	450	225	900
5	45	225	25	2025
7,5	45	337,5	56,25	2025
16,25	42,5	690,625	264,0625	1806,25
11,25	28,75	323,4375	126,5625	826,5625
8,75	31,25	273,4375	76,5625	976,5625
10	28,75	287,5	100	826,5625
8	18,75	150	64	351,5625
10	25	250	100	625
6,25	23,75	148,4375	39,0625	564,0625
36,25	23,75	860,9375	1314,0625	564,0625
7,5	38,75	290,625	56,25	1501,5625
15	22,5	337,5	225	506,25
33,75	27,5	928,125	1139,0625	756,25
17,5	50	875	306,25	2500
23,75	30	712,5	564,0625	900
33,75	13,75	464,0625	1139,0625	189,0625
13,75	32,5	446,875	189,0625	1056,25
25	50	1250	625	2500
7,5	50	375	56,25	2500
18,75	50	937,5	351,5625	2500
22,5	50	1125	506,25	2500
23,75	50	1187,5	564,0625	2500
12,5	50	625	156,25	2500
20	46,25	925	400	2139,0625
23,75	50	1187,5	564,0625	2500
10	50	500	100	2500
5	40	200	25	1600
12,5	50	625	156,25	2500
25	50	1250	625	2500
25	50	1250	625	2500

Tabla 2. Datos de Pretest, Pos-test y Cálculos de Covarianza para el Análisis ANCOVA en el Grupo Experimental. Fuente: Propia.



Tras organizar los 35 pares de datos correspondientes al grupo control, se realizaron los siguientes cálculos:

$$\Sigma x = 617.5$$

$$\Sigma y = 1363.75$$

$$\Sigma x^2 = 12767.1875$$

$$\Sigma y^2 = 56237.1875$$

$$\Sigma xy = 23762.5$$

$$n = 35$$

Luego

$$\beta_1 = \frac{n \Sigma(x_i y_i) - \Sigma x_i \Sigma y_i}{n \Sigma x_i^2 - (\Sigma x_i)^2}$$

Sustituyendo:

$$\beta_1 \cong -0.1446$$

Posteriormente,

$$\beta_0 = \bar{y} - \beta_1 \cdot \bar{x}$$

Donde:

$$\bar{x} \cong 17.643$$

$$\bar{y} \cong 38.964$$

Entonces:

$$\beta_0 \cong 41.515$$

De este modo,

β_1 es aproximadamente igual a -0,145

$$\hat{y} = 41.515 - 0.145 \cdot x$$

Por último,

$$R^2 = \frac{[n \Sigma xy - \Sigma x \Sigma y]^2}{[n \Sigma x^2 - (\Sigma x)^2] \cdot [n \Sigma y^2 - (\Sigma y)^2]}$$

Sustituyendo:

$$R^2 \cong 0.0126$$

Interpretación:

- β_1 (pendiente): -0.145 → Indica una relación muy débil y negativa entre Pre-test y Post-test.
- β_0 (intercepto): 41.515 → Valor estimado del Post-test si el Pre-test fuera 0.
- $R^2 \approx 0.013$ → Sólo el 1.3% de la variabilidad del Post-test es explicada por el Pre-test → muy baja capacidad explicativa.
- No hay efecto estadísticamente significativo del Pre-test sobre el Post-test.

4.2. Grupo de Control

En cuanto al grupo de control, compuesto por 34 estudiantes en el Pre-test y 30 en el Post-test (ver Tabla

3), también se evidenció una mejora, aunque menos pronunciada. La media aumentó de 19,06 a 32,17, con una varianza de 53,79 en el Pre-test y 89,11 en el Post-test. La desviación estándar se incrementó de 7,33 a 9,44. La prueba t para muestras relacionadas arrojó un valor de $t = -6,143$ con 62 grados de libertad y un valor crítico de $\pm 1,999$. El p-valor fue de $6,36 \times 10^{-8}$, lo que también representa una diferencia estadísticamente significativa entre las dos mediciones.

Pre-Test	Post- test
11,25	47,5
23,75	36,25
11,25	25
28,25	18,75
13,75	32,5
21,25	30
11,25	32,5
17,5	33,75
33,75	25
19,25	11,25
20	37,5
22,5	35
40	21,25
11,25	35
21,25	27,5
8,75	30
15	27,5
15	26,25
26,25	35
28,75	37,5
18,75	32,5
28,75	30
18,75	27,5
26,25	22,5
18,75	28,75
20	23,75
11,25	45
11,25	50
17,5	50
18,75	50
23,75	
16,25	
10	
10	

Tabla 3. Resultados del Pre-test y el Post-test en el Grupo de Control. Fuente: Elaboración propia.

De manera complementaria, se aplicó la prueba t de Student para muestras independientes, bajo los siguientes parámetros: n_3 correspondiente al Pre-test y n_4 al Post-test. Esta prueba permitió evaluar si la diferencia observada entre ambos grupos era estadísticamente significativa tras la aplicación de la intervención.:

Datos:

$$n_3 = 34$$

$$\mu_3 \cong 19,06$$

$$s_3^2 \cong 53,79$$

$$n_4 = 30$$

$$\mu_4 \cong 32,17$$

$$s_4^2 \cong 89,11$$



Fórmula de la prueba t para muestras independientes:

$$t = \frac{\mu_4 - \mu_2}{\sqrt{\frac{s_3^2}{n_3} + \frac{s_4^2}{n_4}}}$$

Grados de libertad estimados (Welch):

$$df \cong \frac{\left(\frac{s_3^2}{n_3} + \frac{s_4^2}{n_4}\right)^2}{\frac{\left(\frac{s_3^2}{n_3}\right)^2}{n_3 - 1} + \frac{\left(\frac{s_4^2}{n_4}\right)^2}{n_4 - 1}}$$

Resultados del cálculo:

- $t \approx 6,14$
- Grados de libertad $\approx 54,53$
- $p < 0,05$

Dado que el análisis se realizó considerando el Pretest y el Post test como grupos independientes, la diferencia observada entre ambas mediciones resulta estadísticamente significativa. Este hallazgo respalda la mejora registrada en el grupo control según ambos enfoques de análisis estadístico empleados (ver Figura 2).

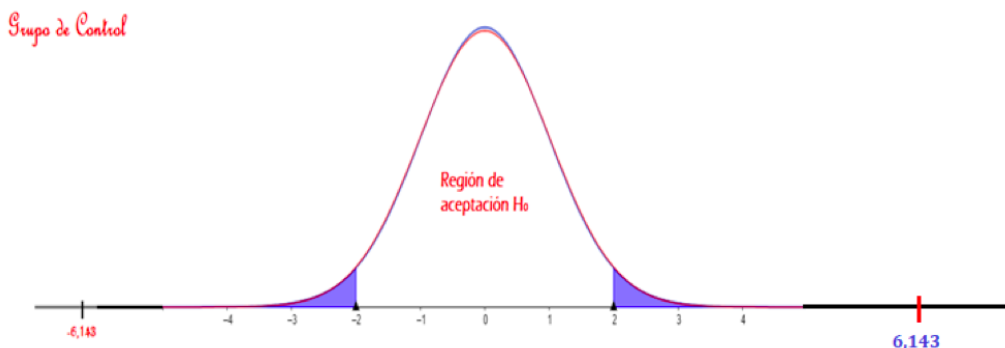


Figura 2. Distribución t de Student de dos colas para el Grupo de Control. Fuente: Elaboración propia con la ayuda de GeoGebra.

Aunque ambos grupos experimentaron mejoras en sus resultados, la ganancia en el grupo experimental fue más marcada. Este hallazgo sugiere que la intervención de la Estrategia Didáctica incorporando el ABP no solo favoreció la comprensión conceptual de los sistemas algebraicos y analíticos, sino que también promovió un aprendizaje más activo, contextualizado y significativo. En contraste, el grupo control, que recibió enseñanza convencional, mostró avances más modestos, posiblemente ligados al repaso de contenidos sin el soporte de situaciones problema ni la articulación con contextos reales.

Ahora, se realiza un análisis de covarianza (ANCOVA) básico, realizado manualmente con los datos del grupo de control (Grupo 10-01):

- Resultados del modelo de regresión lineal simple:
- Tamaño de muestra (n): 30
- Intercepto (β_0): 41.39
- Coeficiente de Pre-test (β_1): -0.47

Esto sugiere que, por cada punto adicional en el Pre-Test, el Post-Test tiende a disminuir en 0.47 puntos, aunque esto no necesariamente implica causalidad sin comprobar significancia estadística.

- R-cuadrado: 0.135

Es decir, solo el 13.5% de la variabilidad en los puntajes del Post-Test puede explicarse por los puntajes del Pre-Test. La relación es débil.

4.3. Grupo Experimental y Grupo de Control (Post-Test)

Organización de los datos:

- Grupo Control: 30 datos (los valores del Post-test).
- Grupo Experimental: 35 datos (los valores del Post-test).

Observamos que las cantidades de datos son diferentes, pero podemos proceder usando la versión de prueba t para varianzas desiguales si es necesario (ver Tabla 4).

Control	Experimental
Post-Test	Post- test
47,5	22,5
36,25	22,5
25	25
18,75	15
32,5	30
30	45
32,5	45
33,75	42,5
25	28,75
11,25	31,25
37,5	28,75
35	18,75
21,25	25
35	23,75
27,5	23,75
30	38,75
27,5	22,5
26,25	27,5
35	50
37,5	30
32,5	13,75
30	32,5
27,5	50



Control	Experimental
Post-Test	Post- test
22,5	50
28,75	50
23,75	50
45	50
50	50
50	46,25
50	50
	50
	40
	50
	50
	50

Tabla 4. Resultados del Post-test en el Grupo Experimental y Grupo de Control. Fuente: Elaboración propia a partir del Cuestionario del Post-Test del Grupo Experimental y Grupo de Control.

Además, se utilizó una prueba t de Student para muestras independientes con los siguientes parámetros:

Datos:

$$n_2 = 35$$

$$\mu_2 \cong 36,54$$

$$s_2^2 \cong 155,34$$

$$n_4 = 30$$

$$\mu_4 \cong 32,17$$

$$s_4^2 \cong 89,11$$

Fórmula de la prueba t para muestras independientes:

$$t = \frac{\mu_4 - \mu_2}{\sqrt{\frac{s_2^2}{n_2} + \frac{s_4^2}{n_4}}}$$

Resultados del cálculo:

$$t \approx 1,653$$

El valor t obtenido se comparó con el valor crítico correspondiente para un nivel de significancia de $\alpha = 0,05$ en una prueba bilateral para muestras independientes. Dado que el valor t observado fue inferior al valor crítico (aproximadamente 2,000) y no se obtuvo un valor p inferior al nivel de significancia establecido, no se pudo rechazar la hipótesis nula.

En consecuencia, los resultados de la prueba t de Student para muestras independientes no mostraron

diferencias estadísticamente significativas entre las puntuaciones obtenidas en el Post test por los grupos experimental y control, con un nivel de significancia del 5%. Esto indica que, si bien el grupo experimental alcanzó una media ligeramente superior, esta diferencia no puede atribuirse con certeza a la intervención pedagógica implementada.

Estos resultados son consistentes con estudios previos que han demostrado la efectividad del ABP en el desarrollo del Pensamiento Variacional y la mejora del rendimiento académico en áreas específicas. En este sentido, se ha demostrado una vez más que el ABP, al promover la resolución de problemas, el trabajo colaborativo y el pensamiento matemático, representa una metodología ideal para potenciar el Pensamiento Variacional y la comprensión de estructuras algebraicas complejas en estudiantes de secundaria.

5. Conclusiones

Con base en el análisis de los resultados obtenidos en el marco de un diseño cuasiexperimental, se concluyó que la estrategia de enseñanza utilizando ABP tuvo un impacto positivo y estadísticamente significativo en el rendimiento académico de los estudiantes de décimo grado en asignaturas relacionadas con sistemas algebraicos y analíticos. De hecho, la mejora significativa del grupo Experimental tanto en las puntuaciones medias como en la significancia de los resultados obtenidos en la prueba T muestra que la intervención educativa contribuyó al desarrollo de un aprendizaje más profundo y significativo.

Aunque hubo una mejora entre la prueba previa y la posterior en el grupo de control, esta mejora fue menor y pudo deberse al curso natural del año escolar o a la repetición de contenidos. En cambio, el grupo experimental, con situaciones problemáticas contextualizadas y la colaboración típica del ABP, no sólo mejoró los resultados, sino que también fortaleció habilidades relacionadas con el pensamiento variacional, como el modelado, la generalización de modelos y la interpretación funcional de fenómenos matemáticos.

Sin embargo, en una de las comparaciones entre los grupos Experimental y de Control, especialmente en el análisis Post-test realizado mediante la prueba t de Student para muestras independientes ($t \approx 1,653$; $p > 0,05$), no se encontró diferencia estadísticamente significativa. Esto indica que, aunque el grupo experimental tuvo un rendimiento ligeramente superior al promedio, esta diferencia no puede atribuirse inequívocamente a la intervención. Estos resultados crean nuevas oportunidades para futuras investigaciones, que recomiendan ampliar el tamaño de la muestra y extender la duración de la estrategia de enseñanza para observar más claramente el impacto potencial del ABP en el desarrollo del pensamiento variacional.

De manera similar, se ha propuesto desarrollar estudios de métodos mixtos que incorporen metodologías cualitativas, como la observación en clase o las entrevistas, para capturar dimensiones del aprendizaje que no se demuestran fácilmente mediante pruebas estandarizadas. También sería conveniente analizar variables intervinientes, como el perfil del profesorado, el contexto institucional o el acceso a recursos educativos, ya que estos elementos pueden influir en la efectividad del ABP en contextos de enseñanza de la vida real.

Estos resultados apoyan la inclusión de métodos activos, especialmente el ABP, dentro de las propuestas didácticas para la enseñanza de las matemáticas en secundaria. Su potencial para promover el aprendizaje independiente, el pensamiento matemático y la transferencia de conocimientos a la vida real lo convierte en una herramienta educativa importante para fortalecer las habilidades funcionales de los estudiantes.

Por otra parte, el análisis de covarianza (ANCOVA) aplicado al grupo de Control (10-01) reveló que el modelo de regresión lineal simple presenta una relación negativa entre los puntajes Pre-test y Post-test, con un coeficiente de pendiente (β_1) de $-0,47$. Esto indica que, por cada puntuación adicional obtenida en la prueba previa, la puntuación de la prueba posterior generalmente disminuye en 0,47 puntos. Sin embargo, esta asociación no puede considerarse causal porque no se ha confirmado su significación estadística. Además, el coeficiente de determinación (R^2) fue de 0,135, lo que indica que solo el 13,5% de la variabilidad de los resultados posteriores a la prueba se explicó por los resultados previos a la prueba, lo que refleja una relación



débil.

Se encontró que el coeficiente de pendiente (β_1) para el grupo experimental fue igual a $-0,145$, lo que indica una relación negativa aún más débil entre las puntuaciones previas y posteriores a la prueba. El valor de intersección (β_0) fue $41,515$, que representa el valor estimado del Post-test cuando el Pre-test es cero. El coeficiente de determinación (R^2) alcanzó sólo $0,013$, lo que indica un poder explicativo prácticamente nulo del Pre-test en comparación con el Post-test. Así, se concluyó que no hubo efecto estadísticamente significativo del Pre-test sobre el Post-test en los dos grupos analizados.

En definitiva, se recomienda su implementación sistemática en los programas de las instituciones educativas que buscan lograr aprendizajes sostenibles, contextualizados y adaptados a los retos del siglo XXI. También se propone explorar el impacto del ABP en otras áreas del conocimiento matemático, así como su integración con las tecnologías digitales y los procesos de evaluación formativa, con el fin de enriquecer las prácticas docentes y mejorar la calidad de la educación en el nivel secundario.

Agradecimientos

Los autores expresan su sincero agradecimiento a todas aquellas personas e instituciones que, sin cumplir los criterios de autoría, hicieron contribuciones significativas al desarrollo de esta obra. De igual manera, agradecemos especialmente al personal técnico y administrativo de la Institución Educativa Villa de la Candelaria por su valiosa colaboración en la logística y organización de las actividades desarrolladas. Además, reconocemos la dedicación de los docentes que participaron en las jornadas de recolección de datos, facilitando el acceso a los espacios educativos y apoyando el proceso de implementación de la Estrategia Didáctica.

Financiación

La presente investigación no recibió financiación externa. Todos los recursos utilizados para el desarrollo del estudio fueron gestionados directamente por los autores, con el apoyo logístico de la Institución Educativa Villa de la Candelaria.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Pérez Salamanca, V. A., & Lagunes Domínguez, A. (2026). Evaluación del aprendizaje basado en problemas: grupo experimental y control. *Campus Virtuales*, 15(2), 125-145. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1731>

Referencias

- Araya, S., Arancibia, V., Tapia, M., & Salinas, D. (2007). Constructivismo: orígenes y perspectivas. *Laurus*, 13(May-Ago).
- Aruova, A., Beisebay, P., Akzhigitov, Y., & Tilepiev, M. (2023). The approximate solution of nonlinear heat equation. *Heat Transfer*, 52(6), 4450-4460. <https://doi.org/10.1002/hj.22891>
- Ausubel, D. P. (2000). The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View. In *The Acquisition and Retention of Knowledge: A Cognitive View*. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-9454-7>
- Cabezas, C., & Mendoza, M. R. (2016). Manifestaciones Emergentes del Pensamiento Variacional en Estudiantes de Cálculo Inicial. *Formación universitaria*, 9(6), 13-26. <https://dx.doi.org/10.4067/S0718-50062016000600003>
- Cabrera-Dávila, M. F., & Sánchez-Vargas, F. A. (2023). La resolución de problemas asociados al desarrollo del pensamiento variacional y los sistemas algebraicos y analíticos. *Universidad del Magdalena*. https://repositorio.unimagdalena.edu.co/items/2c329b20-942e-4d11-a2b5-1a81edcb112a?utm_source=c
- Colombo-Ruano, L., & González-González, C. S. (2024). Inclusión tecnológica y competencias digitales en personas mayores: hacia un envejecimiento activo y conectado. *Campus Virtuales*, 13(2), 199-213. <https://doi.org/10.54988/cv.2024.2.1552>
- Coronel, A. E., Gamarra, H. C., Huarez, P. C., Faustino, M. A., & Collazos, E. (2023). El uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) en la educación superior. *Revista EDUCA UMCH*, (21), 29-44. <https://revistas.umch.edu.pe/index.php/EducaUMCH/article/view/253>
- De la Peña-Amorós, M. del M., Selma-Penalva, A., & Selma-Penalva, V. (2024). El aprendizaje basado en problemas: Un método

- adecuado de trabajo colaborativo. <https://repositorio.upct.es/entities/publication/4a48f2fc-6441-4b91-bb8f-60682d017e44>
- Díaz-Fernández, L. M. (2024). An Approach to the State of the art of Variational Thought in First Grades of Schooling. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(6), 6608–6625. https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i6.9191
- Flores, C. D., & García, G. A. M. (2022). Conceptualizations of slope in Colombian intended mathematics curriculum. *Educación Matemática*, 34(2), 217–244. <https://doi.org/10.24844/EM3402.08>
- Galvis-Rivera, Y. & González-Bautista, E. (2024). Incidencia del Enfoque Resolución de Problemas de George Pólya en el Desarrollo del Pensamiento Variacional. *Revista Tecnológica-Educativa Docentes 2.0*, 17(1), 149-160. <https://doi.org/10.37843/rted.v17i1.447>
- Gómez-Ospina, O. M. (2013). Desarrollo del pensamiento variacional en estudiantes de grado noveno / Variational thinking development ninth grade students / Variacionais pensamento desenvolvimentista estudantes nona série.
- Guivala, B. (2024). Aula invertida y el aprendizaje basado en problemas en la enseñanza de la hidrología a estudiantes de ingeniería civil en Cuba, Perú y Mozambique. *Tecnología y Ciencias Del Agua*, 01–33. <https://doi.org/10.24850/j-tyca-16-2-6>
- Hernández-Torres, J. A., Caparrós-Mancera, J. J., Rodríguez-Pérez, A. M., & Rodríguez-González, C. A. (2025). Evaluación de herramienta de realidad aumentada en estudios universitarios de ingeniería. *Campus Virtuales*, 14(1), 153-167. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1519>
- Hwang, G. J., & Tu, Y. F. (2021). Roles and research trends of artificial intelligence in mathematics education: A bibliometric mapping analysis and systematic review. doi: 10.3390/math9060584.
- Engle, K. K. (1981). Problem-Based Learning: An Approach to Medical Education. *The American Journal of Occupational Therapy*, 35(8). <https://doi.org/10.5014/ajot.35.8.539b>
- Feo-Mora, R. J. (2010). Orientaciones básicas para el diseño de estrategias didácticas. In *Tendencias pedagógicas* (Issue 16).
- IBM. (2021). Análisis de covarianza (ANCOVA). <https://www.ibm.com/docs/es/spss-statistics/beta?topic=features-analysis-covariance-ancova>
- ICFES. (2022). Guías de orientación 2022. <https://www.icfes.gov.co/guias-de-orientacion-2022>.
- Instituto Colombiano para la Evaluación de la Educación [ICFES]. (2023). Proporción de respuestas correctas por competencia desde los grados 6° a 8°. Elementos influyentes en los resultados para investigadores de Evaluar para Avanzar.
- Instituto Nacional de Evaluación Educativa. (2015). Preguntas liberadas de PISA como recursos didácticos de Matemáticas: Funciones y gráficas. <http://educalab.es/inee/evaluaciones-internacionales/preguntas-liberadas-pisa-piaac/preguntas-pisa-matematicas/funciones-graficas>.
- Leung, A. (2023). A pedagogical reflection on the interplay between variation and invariant: Variational thinking. *Asian Journal for Mathematics Education*, 2(3), 261–273. <https://doi.org/10.1177/27527263231203056>
- Luque-López, L., García-Pazo, P., & Molina-Mula, J. (2024). La gamificación digital como herramienta para el aprendizaje del soporte vital básico. Estudio piloto cuasi experimental. *Campus Virtuales*, 13(2), 155-167. <https://doi.org/10.54988/cv.2024.2.1440>
- Martín-Párraga, L., Llorente-Cejudo, C., & Barroso-Osuna, J. (2023). Variables de estudio e influencia de las TIC en el profesorado universitario: la competencia digital docente en una universidad peruana. *Campus Virtuales*, 12(2), 9-18. <https://doi.org/10.54988/cv.2023.2.1236>
- Mendoza-Sifuentes, J., Veja-Vilca, C. S., Silva-Narvaste, B., & Boy-Barreto, A. M. (2024). El aprendizaje basado en problemas: una perspectiva desde el contexto educativo. *Horizontes. Revista De Investigación En Ciencias De La Educación*, 8(35), 2400–2416. <https://doi.org/10.33996/revistahorizontes.v8i35.877>
- Ministerio de Educación Nacional. (1998). Lineamientos Curriculares para el área de Matemáticas. https://www.mineduacion.gov.co/1621/articles-89869_archivo_pdf9.pdf.
- Ministerio de Educación Nacional. (2016). Derechos básicos de aprendizaje: Matemáticas. Educación básica y media. <https://www.colombiaaprende.edu.co/recursos-coleccion/derechos-basicos-de-aprendizaje-en-todas-las-areas>.
- Narváez, R., Adamuz-Povedano, N., & Cañadas, M. C. (2025). Análisis bibliométrico sobre pensamiento algebraico en educación infantil y primaria en Scopus. *Avances De Investigación En Educación Matemática*, (27), 43–65. <https://doi.org/10.35763/aiem27.5825>
- Niño-Merlo, C. A. (2023). Fortalecimiento del pensamiento numérico variacional mediado por recursos educativos virtuales para octavo grado. *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar*, 7(1). https://doi.org/10.37811/cl_rcm.v7i1.4602
- Orozco-Carvajal, C. A. (2023). Análisis de los resultados de una prueba diagnóstica de saberes previos en el área de matemáticas en una Institución Educativa Rural Colombiana.
- Peña-Lozano, Y., & González-Veloza, J. J. F. (2022). Modelo de predicción de los resultados de la prueba ICFES Saber 11 en el área de matemáticas a partir de variables socioeconómicas. *Estudios en Ingeniería y Ciencias Exactas*, 3(1).
- Pérez-Conde, J. M., De-la-Fuente, R., Barroso-Saraiva, H. I., & Baena-González, R. (2025). Percepción de la utilidad sobre el uso de Moodle según los universitarios en España y Portugal. *Campus Virtuales*, 14(1), 203-213. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1562>
- Ploza-Angulo, J. J., & López-Toro, A. A. (2025). Aprendizaje basado en problemas: ventajas y desventajas percibidas por el alumnado. *Revista Colombiana De Educación*, (96), e19777. <https://doi.org/10.17227/rce.num96-19777>
- Rodríguez-Pérez, F., & Ramírez, M. A. (2015). Desarrollo de habilidades matemáticas en estudiantes que ingresan a la educación superior. *INVENTUM*, 10(18). <https://doi.org/10.26620/uniminuto.inventum.10.18.2015.29-36>
- Ruiz-Lázaro, J., Jiménez-García, E., & Huetos-Domínguez, M. (2025). Revisión sistemática sobre el uso de la tecnología en educación y el compromiso de los estudiantes en la última década. *Campus Virtuales*, 14(1), 139-152. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1318>
- Salazar-Rojas, W. (1969). PRINCIPIOS DEL PARADIGMA CUANTITATIVO EN LA INVESTIGACIÓN EDUCATIVA. *Pensar En Movimiento: Revista de Ciencias Del Ejercicio y La Salud*, 2(1). <https://doi.org/10.15517/pensarmov.v2i1.437>
- Sánchez-Bayona, L. (2021). Generalizaciones aritméticas, generalizaciones aritméticas sofisticadas y generalizaciones algebraicas en estudiantes de grado quinto de educación básica primaria (con edades de 10 y 11 años).

<https://repository.usta.edu.co/bitstream/handle/11634/34520/2021BayonaLiliana.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
 Shirali, S. A. (2014). George Pólya & problem solving. An appreciation. *Resonance*, 19(4). <https://doi.org/10.1007/s12045-014-0037-7>
 Vasco, C. E. (2003). El pensamiento variacional y la modelación matemática. *Conferencia Interamericana de Educación Matemática, Blumenau (Vol. 9)*, 1–14.
http://pibid.mat.ufrgs.br/2009-2010/arquivos_publicacoes1/indicacoes_01/pensamento_variacional_VASCO.pdf
 Zaldívar-Rojas, J. D., Cabrera-Chim, L. M., & Jiménez-Villalpando, A. V. (2025). Una aproximación variacional para la significación de los criterios de la derivada en la modelación-graficación. *Avances De Investigación En Educación Matemática*, (27), 157–177.
<https://doi.org/10.35763/aiem27.6157>

¿Qué cielo tenemos hoy? Machine Learning para identificar nubes en Educación Primaria

What's the Sky Like Today? Using Machine Learning to Identify Clouds in Primary Education

Sebastià Serrano Reynal¹, Ana María Zafra Ruano²,
Constanza Ruiz²

¹ LCI Bogotá, Colombia

² Universidad Internacional de La Rioja (UNIR), España

sebastia.serrano@lci.edu.co , ana.zafra@unir.net , constanza.ruiz@unir.net

RESUMEN. Este estudio tiene como objetivo analizar las percepciones y evidencias de aprendizaje que emergen al introducir actividades educativas basadas en el aprendizaje automático (Machine Learning, ML) en Educación Primaria, orientadas al desarrollo del pensamiento computacional (PC) y la alfabetización digital. Para ello, se diseñó e implementó una propuesta didáctica en la que los estudiantes entrenaron modelos para clasificar imágenes de nubes y desarrollaron aplicaciones en Scratch. Participaron 82 estudiantes de 4º y 6º de Primaria de un centro educativo en Bogotá (Colombia). La investigación adoptó un enfoque metodológico mixto, combinando instrumentos cualitativos y cuantitativos. Se realizó además una prueba de McNemar para analizar la adquisición de conocimientos. Los resultados evidencian mejoras significativas en la comprensión del funcionamiento del ML, el reconocimiento de tipos de nubes y el desarrollo de habilidades de PC. En conjunto, el estudio confirma la viabilidad pedagógica del ML como herramienta para promover aprendizajes significativos e interdisciplinarios.

ABSTRACT. This study aims to analyze students' perceptions and learning outcomes emerging from the introduction of educational activities based on Machine Learning (ML) in primary education, with a focus on developing computational thinking (CT) and digital literacy. To this end, a didactic proposal was designed and implemented in which students trained models to classify images of clouds and developed applications using Scratch. A total of 82 students from 4th and 6th grades at a school in Bogotá (Colombia) participated in the study. The research adopted a mixed-methods approach, combining qualitative and quantitative instruments. Additionally, McNemar's test was applied to analyze knowledge acquisition. The results show significant improvements in students' understanding of how ML works, their ability to recognize different types of clouds, and the development of CT skills. Overall, the study confirms the pedagogical feasibility of ML as a tool to promote meaningful and interdisciplinary learning experiences.

PALABRAS CLAVE: Aprendizaje automático, Pensamiento computacional, Educación primaria, Inteligencia artificial, STEM.

KEYWORDS: Machine learning, Computational thinking, Primary education, Artificial intelligence, STEM.

1. Introducción

En un mundo donde la ciencia, la tecnología y la innovación avanzan a un ritmo acelerado, la educación debe evolucionar para preparar a los estudiantes con habilidades que les permitan comprender y transformar su entorno. La educación STEM (Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas) ha surgido como un enfoque pedagógico que fomenta el aprendizaje dinámico e interdisciplinario, promoviendo la experimentación, la resolución de problemas y el trabajo cooperativo (Quigley et al., 2020). Combinada con metodologías activas, esta perspectiva no solo permite adquirir conocimientos científicos y tecnológicos, sino también desarrollar competencias clave como el pensamiento crítico y la creatividad (Freeman et al., 2014).

En este marco, el Pensamiento Computacional (PC) se consolida como una competencia esencial. Este proceso se define como la capacidad para abordar problemas complejos mediante la descomposición en partes, el reconocimiento de patrones, la creación de modelos y el diseño de algoritmos (Barr & Stephenson, 2011; Cruz Rincoñ et al., 2025; National Research Council, 2012; Wing, 2006). Además de fomentar el razonamiento lógico y algorítmico, el PC facilita el aprendizaje significativo de conceptos científicos y matemáticos, promueve la creatividad y permite tomar decisiones informadas (Campina-López et al., 2024; Roldán-Segura et al., 2018). Aunque el PC se reconoce como una capacidad clave dentro del desarrollo de la competencia digital tanto en el Real Decreto 157/2022 para Educación Primaria como en el Real Decreto 217/2022 para Educación Secundaria, sigue siendo necesario integrarlo mediante metodologías activas como la modelización o la indagación científica (Gobierno de España, 2022a, 2022b; Fussero et al., 2021). Una de las metodologías que mejor se alinea con este enfoque es el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP), que favorece la resolución de problemas reales mediante la integración de saberes disciplinares. Inspirado en el método de proyectos de Kilpatrick (1918), el ABP promueve la indagación, el análisis basado en evidencias y el desarrollo de la competencia científica (Caamaño, 2018; Domènech-Casal et al., 2019; Zhao & Wang, 2022).

En este contexto, la Inteligencia Artificial (IA) y el Aprendizaje Automático (Machine Learning, ML) se integran progresivamente en la vida cotidiana - desde redes sociales hasta plataformas de consumo - sin que los usuarios comprendan del todo sus fundamentos. Esta desconexión ha impulsado el interés por incluir la IA en la educación a través de propuestas didácticas diversas: robótica educativa (Kandlhofer et al., 2019), agentes conversacionales (Katuka et al., 2023), simulaciones, programación por bloques (de Freitas & Weingart, 2021) o análisis de datos visuales (Vartiainen et al., 2020). Entre ellas, destaca la utilización de datos personalizados (imágenes, vídeos, sonidos) para entrenar modelos y facilitar la comprensión del funcionamiento de los algoritmos (Hernández-Cuevas et al., 2025).

Una vía eficaz para promover la alfabetización en IA en edades tempranas es la programación educativa, ya que permite desarrollar habilidades propias del PC a través de plataformas como Scratch del MIT, Cognimates AI o App Inventor. Estas herramientas han demostrado un alto potencial didáctico, al facilitar no solo el aprendizaje de conceptos algorítmicos, sino también la motivación y el trabajo colaborativo. Martínez-Murciano & Pérez-Jorge (2024) destacan que estos entornos favorecen el desarrollo de competencias transversales como la creatividad, la autoeficacia y la interacción social. Por otro lado, Shamir & Levin (2021) critican que la enseñanza actual sigue centrada en la programación basada en reglas, con escasa atención al ML, y proponen un enfoque alternativo basado en el diseño y la enseñanza para introducir el ML en Primaria, desde una perspectiva constructora (Yim & Su, 2025).

Tal como señalan Touretzky et al. (2019), es fundamental que los estudiantes comprendan que muchos de los sistemas actuales de IA - como los motores de recomendación o los reconocedores de voz - no se programan de manera tradicional, sino que se entrenan a partir de grandes volúmenes de datos.

El potencial del ML en la educación no se limita a su dimensión formativa. Uno de sus ámbitos de aplicación más destacados es la protección de niños y adolescentes en entornos digitales. Se han desarrollado modelos para detectar ciberacoso (Thun et al., 2022), analizar la privacidad en apps utilizadas por menores



(Liu et al., 2016) o reconocer emociones infantiles mediante expresiones faciales (Rani et al., 2021), todos con resultados prometedores y alta precisión (Meng et al., 2022).

Según Lane (2021), la introducción de proyectos prácticos de ML permite que los niños comprendan conceptos fundamentales de IA mediante actividades lúdicas y accesibles, incluso sin experiencia previa en programación. El ML se presenta como una herramienta poderosa para fomentar el PC, la alfabetización digital y la comprensión crítica de los sistemas inteligentes. Plataformas como la de Essinger & Rosen (2011) permiten a los estudiantes abordar problemas reales - como el reciclaje o la clasificación de bacterias - desde una perspectiva aplicada. De igual modo, BeeTrap, una iniciativa basada en realidad aumentada, emplea metáforas corporales para representar fenómenos como las burbujas de filtro, promoviendo el co-diseño y el aprendizaje activo (Zhou et al., 2025).

También se ha demostrado que los juegos digitales facilitan la enseñanza de la IA y el ML en niveles preuniversitarios, combinando gamificación, contexto social y aprendizaje interdisciplinario (Alam, 2022; Sakulkueakulsuk et al., 2018). Estas experiencias motivan al alumnado a comprender el funcionamiento de los algoritmos y conectar la tecnología con problemáticas del mundo real a través de dinámicas participativas.

En este marco, el PC y el ML comparten principios orientados a la resolución de problemas mediante la creación de modelos y algoritmos. Ambos implican descomposición, reconocimiento de patrones y generación de soluciones automatizadas. Así, el ML puede considerarse una extensión avanzada del PC, al permitir aplicar habilidades como la abstracción y el diseño algorítmico en contextos reales (Campina-López et al., 2024). Esta relación refuerza el valor de integrar el ML en el aula como herramienta de aprendizaje significativo.

Una aplicación concreta de esta integración es el uso del ML para la clasificación de nubes en el área de ciencias naturales. Esta propuesta, diseñada para estudiantes de Educación Primaria (8 a 12 años), articula contenidos científicos y tecnológicos mediante el entrenamiento de modelos de reconocimiento de imágenes. El enfoque promueve el aprendizaje activo, experimental e interdisciplinar, a la vez que introduce de forma accesible nociones fundamentales sobre IA. Asimismo, contribuye al desarrollo de la competencia digital y del pensamiento crítico, dimensiones esenciales en la formación integral del alumnado en la sociedad del conocimiento.

2. Objetivos

Como punto de partida de este estudio se planteó la siguiente pregunta de investigación: ¿Qué percepciones y evidencias de aprendizaje surgen en estudiantes de Primaria al participar en actividades educativas basadas en Machine Learning y orientadas al desarrollo del Pensamiento Computacional y la alfabetización digital?

Para responder a esta pregunta se plantearon los siguientes objetivos de investigación:

- Diseñar e implementar una propuesta didáctica con actividades basadas en Machine Learning adaptadas al nivel de Educación Primaria.
- Analizar las percepciones de los estudiantes sobre su experiencia de aprendizaje.
- Identificar evidencias de aprendizaje activo y experimental a través del trabajo con datos, modelos y algoritmos sencillos durante la experiencia educativa.
- Evaluar el desarrollo de habilidades asociadas al Pensamiento Computacional en estudiantes de Primaria mediante instrumentos cualitativos y cuantitativos.

3. Metodología

3.1. Diseño de la investigación

El presente estudio adopta un diseño descriptivo-evaluativo centrado en la implementación de una

propuesta de innovación didáctica basada en el uso de Machine Learning (ML) en Educación Primaria. Desde un enfoque metodológico mixto - cualitativo y cuantitativo - (Bisquerra, 2004), se ha analizado el desarrollo de competencias asociadas al Pensamiento Computacional (PC) y la alfabetización digital, así como las percepciones del alumnado sobre la experiencia. Se trata de un estudio de caso contextualizado, en el que se emplearon diversos instrumentos para la recogida de datos: observaciones sistemáticas realizadas por la docente que lideró la propuesta en el aula; un cuestionario pretest, destinado tanto a identificar las nociones previas del alumnado sobre conceptos clave como ML y la clasificación de nubes, como a evaluar su conocimiento inicial; un cuestionario posttest para valorar los aprendizajes adquiridos; y un cuestionario de valoración final con preguntas abiertas y cerradas. Todos los datos fueron recogidos bajo condiciones de anonimato desde el inicio del estudio, garantizando la confidencialidad de la información y comunicando expresamente al alumnado que sus respuestas serían utilizadas únicamente con fines de investigación.

Para el tratamiento y análisis de los datos se empleó el software estadístico IBM SPSS (versión 25). La categorización de las respuestas a las preguntas abiertas de los estudiantes se realizó con el apoyo de ChatGPT 4.0 (OpenAI). Las figuras derivadas del análisis estadístico fueron elaboradas utilizando Microsoft Excel (versión 365).

3.2. Participantes

La muestra del estudio estuvo compuesta por 82 estudiantes de Educación Primaria, distribuidos en dos niveles educativos: 38 alumnos de cuarto curso y 44 de sexto curso. La intervención se llevó a cabo en grupos mixtos y heterogéneos, y todos los participantes formaban parte del mismo centro educativo.

La experiencia tuvo lugar en el Centro Cultural y Educativo Español Reyes Católicos, ubicado en Bogotá (Colombia), una institución bicultural que forma parte de la red de centros del Ministerio de Educación de España en el exterior. El centro está integrado en los sistemas educativos colombiano y español, lo que permite a su alumnado obtener titulaciones válidas en ambos países.

Cuenta con una infraestructura sólida y recursos tecnológicos que favorecen la aplicación de metodologías pedagógicas innovadoras, como el uso de IA en el aula. El claustro está compuesto mayoritariamente por profesorado español, aunque también cuenta con docentes colombianos, lo que enriquece la perspectiva educativa del centro. El alumnado está compuesto principalmente por estudiantes colombianos o con doble nacionalidad, pertenecientes a clases medias y medias-altas. Cabe señalar que el centro no escolariza alumnado con necesidades educativas especiales, ya que no dispone de personal psicopedagógico especializado.

Durante la intervención, se observó un clima de aula positivo y cooperativo, con estudiantes familiarizados con el uso de entornos digitales y herramientas tecnológicas, lo cual facilitó la implementación de la propuesta didáctica. Los familiares o tutores de los 82 estudiantes participantes en el estudio fueron debidamente informados sobre los objetivos de la investigación y completaron el correspondiente proceso de consentimiento informado.

3.3. Instrumentos y medidas

Para la recogida de datos se emplearon diversos instrumentos diseñados ad hoc, con el objetivo de evaluar tanto el conocimiento previo como el impacto educativo de la propuesta didáctica basada en ML. Los ítems se detallan en la Tabla 1.

- Cuestionario previo: incluía preguntas abiertas, ítems de opción múltiple y preguntas tipo Likert, orientadas a explorar las nociones iniciales del alumnado sobre ML, la clasificación de nubes y la relación entre tipos de nubes y el clima.
- Cuestionario posterior: administrado tras la implementación de la propuesta, permitió valorar el aprendizaje adquirido en relación con los mismos conceptos tratados en el cuestionario previo. La



comparación de resultados se realizó mediante una prueba de McNemar.

• Cuestionario de valoración final: combinaba ítems de respuesta cerrada (escala Likert) con preguntas abiertas para recoger la percepción global del alumnado sobre la experiencia. Permitió analizar el interés por la actividad, la utilidad percibida, la comprensión del funcionamiento de la inteligencia artificial y el trabajo cooperativo.

Cuestionario	Tipo de pregunta	Preguntas	Finalidad
Previo	Abierta (respuesta libre)	¿Para qué crees que sirve identificar los diferentes tipos de nubes? ¿Cómo crees que una computadora puede aprender a reconocer imágenes?	Conocimiento previo
	Cerrada tipo nominal (selección única)	¿Has escuchado hablar de la inteligencia artificial o el aprendizaje automático (<i>Machine Learning</i>)?	Conocimiento previo
	Cerrada tipo Likert (1-5)	¿Cuánto interés tienes en aprender sobre los tipos de nubes? ¿Cuánto sabes sobre la relación entre las nubes y el clima? ¿Crees que el clima afecta tu día a día? ¿La tecnología puede ayudarte a entender mejor la naturaleza? ¿Cuánto sabes sobre cómo funciona el " <i>machine learning</i> "? ¿Entender esta tecnología digital puede ser útil para tu vida diaria? ¿Cuánto sabes sobre programación o <i>Scratch</i> ? ¿Cuánto disfrutas trabajar en equipo para resolver problemas?	Actitud, conocimiento y percepciones
	Cerrada tipo nominal (múltiple)	¿Cuáles de los siguientes tipos de nubes conoces?	Comprensión conceptual
Posterior	Abierta (respuesta libre)	¿Cómo describirías la relación entre los diferentes tipos de nubes y el clima? Después de la actividad, ¿cómo definirías <i>Machine Learning</i> ? ¿Cómo se entrena una inteligencia artificial para reconocer imágenes?	Conocimiento científico y técnico
	Cerrada tipo nominal (múltiple)	¿Cuáles de los siguientes tipos de nubes conoces?	Comprensión conceptual
Valoración final	Cerrada tipo Likert (1-5)	¿Cuánto crees que mejoraste en el reconocimiento de tipos de nubes? ¿Cuánto mejoraste en tu comprensión sobre <i>Machine Learning</i> ? ¿Cuánto entendiste sobre cómo funciona una inteligencia artificial? ¿Te gustaría seguir aprendiendo sobre inteligencia artificial? ¿Cuánto mejoraste en el uso de <i>Scratch</i> y herramientas digitales? ¿La actividad te ayudó a conectar la ciencia y la tecnología con tu vida cotidiana? ¿Mejoraste tus habilidades de trabajo en equipo? ¿Te sientes seguro/a para poder explicar a alguien más cómo funciona el proyecto que desarrollaste? ¿Crees que el modelo que has creado identificaría nubes de noche?	Percepción o motivación

Tabla 1. Instrumentos para la recogida de información. Fuente: Elaboración propia.

Los cuestionarios tipo Likert utilizaron una escala de cinco puntos, donde 1 correspondía a la valoración más baja y 5 a la más alta. La validez de contenido fue garantizada mediante revisión por parte de expertos en didáctica de las ciencias. La fiabilidad interna del instrumento se evaluó a través del coeficiente alfa de Cronbach, obteniéndose un valor de $\alpha = 0,801$, lo que indica una consistencia interna adecuada (George & Mallery, 2003). Este resultado respalda la coherencia de los ítems diseñados para medir las dimensiones analizadas.

Se utilizaron sugerencias iniciales de categorización generadas por ChatGPT 4.0 como apoyo en la primera lectura, que luego fueron revisadas, afinadas y aplicadas manualmente por dos codificadores independientes. Dos codificadores realizaron la categorización de forma independiente en cada una de las preguntas abiertas

del cuestionario inicial y final. Posteriormente, se compararon las asignaciones y se discutieron los casos con discrepancias hasta alcanzar el consenso. Para estimar el nivel de acuerdo inicial, se calcularon los índices de Kappa de Cohen por pregunta. En el cuestionario inicial, los valores fueron $K = 0,883$ y $K = 0,845$, mientras que en el cuestionario final se obtuvieron $K = 0,876$, $K = 0,852$ y $K = 0,954$, todos estadísticamente significativos ($p < 0,001$), lo que indica un acuerdo casi perfecto entre codificadores según los criterios establecidos por McHugh (2012). Estos resultados respaldan la fiabilidad del sistema de categorías empleado. La confirmabilidad del análisis se garantizó mediante revisión cruzada y discusión sistemática de las diferencias.

Todos los instrumentos fueron aplicados garantizando el anonimato y la confidencialidad de las respuestas, y su uso fue exclusivo con fines de investigación educativa.

3.4. Diseño de la propuesta de aula

La propuesta didáctica se diseñó a partir de la metodología de ABP junto con el desarrollo del PC y mediante el uso de ML. La propuesta fue dirigida al área de Ciencias Naturales en Educación Primaria, esta experiencia fomenta la resolución de una pregunta guía a través del trabajo cooperativo, la investigación y la elaboración de un producto final funcional. Los elementos del currículo oficial establecidos en el Real Decreto 157/2022 - incluidos los saberes básicos, competencias específicas y criterios de evaluación - se detallan en el anexo A (<https://bit.ly/3VmKkMz>).

A continuación, en la Tabla 2, se describen las diez etapas que conforman la secuencia de enseñanza-aprendizaje implementada.

Etapas	Descripción
1. Motivación y presentación	- Creación de un escenario narrativo para conectar la actividad con la vida cotidiana de los estudiantes. - Explicación sencilla de qué es el <i>Machine Learning</i> con ejemplos prácticos: "Imagina que enseñas a una máquina a reconocer si una nube predice lluvia o sol". - Introducción a los principales tipos de nubes: cúmulos, estratos, cirros y cumulonimbos, vinculando sus características con el clima.
2. Selección del tema y planteamiento de la pregunta guía	- Planteamiento de una pregunta abierta que estimule la curiosidad: ¿Cómo podemos enseñar a una máquina a identificar nubes? - Discusión sobre conocimientos previos y estrategias para responder a la pregunta.
3. Formación de los equipos	- Se organizan grupos de tres o cuatro alumnos, asegurando diversidad de perfiles y asignando roles.
4. Definición del producto final	- Se presenta la plataforma <i>Machine Learning For Kids</i> (MLFK) que integra la clasificación de imágenes, el entrenamiento del modelo y la creación de la aplicación con <i>Scratch</i>. - Se establece que los alumnos deben desarrollar una aplicación funcional en <i>Scratch</i> que clasifique nubes. - Se proporciona una rúbrica con objetivos y criterios de evaluación.
5. Planificación del trabajo	- Elaboración de un plan donde se asignan tareas, responsables y plazos.
6. Investigación y búsqueda de información	- Recolección y análisis de datos sobre nubes y su clasificación. - Identificación de fuentes confiables y análisis de imágenes.
7. Análisis, síntesis y gestión de la información	- Clasificación de la información recopilada en los modelos de aprendizaje automático y entrenamiento del modelo. - Los equipos ponen en común la información recopilada, discuten ideas y organizan el contenido.
8. Elaboración del producto: Creación de la aplicación en Scratch	- Se vincula el modelo entrenado con <i>Scratch</i> a través de la plataforma. - Los estudiantes desarrollan una aplicación que, a través de la cámara del dispositivo, identifica y describe el tipo de nube observada.
9. Difusión del producto	- Los estudiantes utilizan el dispositivo para identificar nubes reales. - Presentan su aplicación a sus compañeros, explicando su funcionamiento y el proceso de desarrollo.
10. Respuesta colectiva a la pregunta inicial	- Reflexión conjunta sobre los aprendizajes adquiridos y cómo se ha resuelto la pregunta guía.

Tabla 2. Etapas del diseño e implementación de la propuesta didáctica basada en ABP y el ML. Fuente: Elaboración propia.

Durante la fase de creación del modelo y desarrollo del producto final, los estudiantes utilizaron el portal "Machine Learning for Kids" (MLFK) para entrenar su aplicación. En una primera pantalla (ver Figura 1), clasificaron imágenes de nubes en función de los tres tipos principales abordados en la actividad: cúmulos, estratos y cirros. Esta tarea, vinculada a la etapa de investigación y análisis de la información, les permitió construir un conjunto de datos personalizado a partir de recursos visuales.

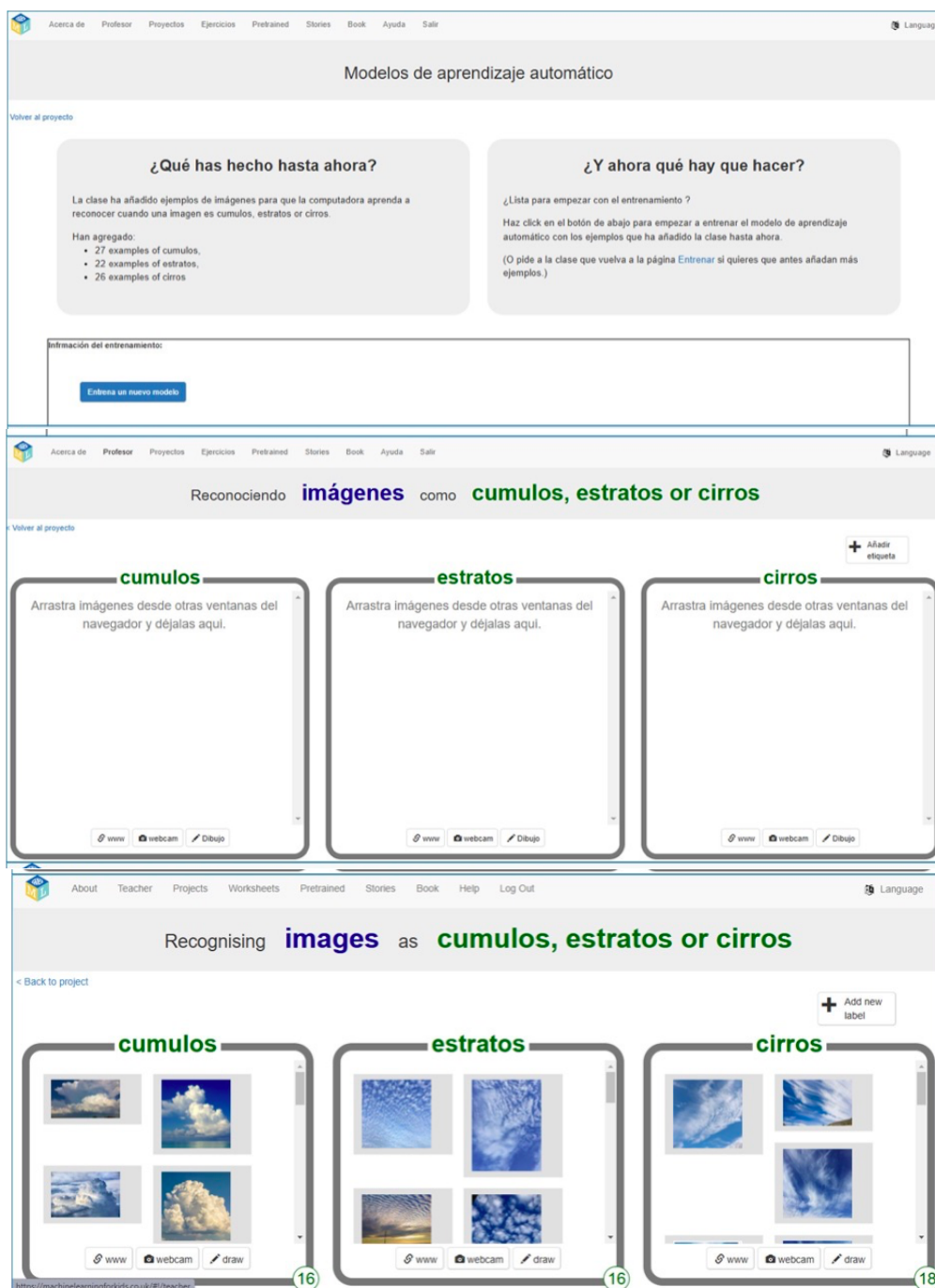


Figura 1. Captura de pantalla del trabajo en Machine Learning for Kids. Fuente: Elaboración propia.

Por otro lado, se muestra (ver Figura 2) las primeras líneas de código en Scratch, vinculadas directamente al modelo entrenado. Con solo estas líneas, la aplicación resultaba ya operativa, permitiendo que la cámara identificara y clasificara nubes en tiempo real. Esto se conseguía cambiando el logo de la nube en función de la imagen que veía a través de la webcam. La mayoría del alumnado alcanzó este punto con éxito, cumpliendo el objetivo mínimo previsto en la rúbrica de evaluación (ver anexo B: <https://bit.ly/3VmKkMz>). Para el alumnado familiarizado con la programación en Scratch, el proyecto permitía avanzar en la complejidad del

código y su vinculación con el modelo de aprendizaje automático. Como se muestra en la Figura 2 la aplicación permite introducir variables en la sensibilidad del modelo de aprendizaje y añadir información complementaria en función de la imagen que se perciba a través de la webcam.

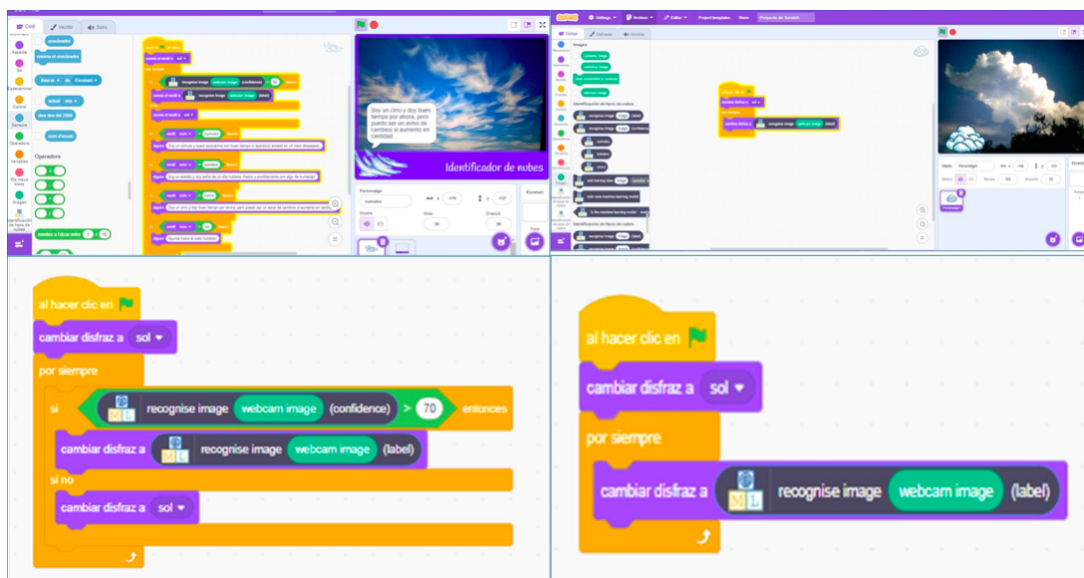


Figura 2. Captura de pantalla del trabajo en Scratch básico y avanzado. Fuente: Elaboración propia.

A continuación, se muestra una imagen (Figura 3) en la que se observa al alumnado participando activamente en distintas fases del proyecto. En el aula de informática, los estudiantes trabajan en sus grupos clasificando imágenes de nubes y entrenando su modelo en la plataforma MLFK, lo que corresponde a las etapas de investigación, análisis de información y elaboración del producto. Posteriormente, integran el modelo en Scratch y programan una aplicación funcional. Y finalmente, en los espacios exteriores del centro, prueban la aplicación en contextos reales, utilizando la cámara del dispositivo para identificar tipos de nubes en el cielo, lo que refleja tanto la fase de desarrollo como la validación del producto creado.



Figura 3. Captura de pantalla del trabajo de los estudiantes. Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados y discusión

Antes de comenzar con el desarrollo de la propuesta, se plantearon al alumnado una serie de preguntas abiertas dirigidas a explorar las ideas preconcebidas sobre la identificación de los tipos de nubes y el reconocimiento de imágenes. En la Tabla 3 se observa que, ante la pregunta “¿Para qué crees que sirve

identificar los diferentes tipos de nubes?", la mayoría de los estudiantes mencionó su utilidad para la predicción del tiempo, especialmente en 6° de Primaria (19,51 %). No obstante, un porcentaje significativo no supo responder (20,73 %), lo que pone de manifiesto la necesidad de reforzar estos contenidos en el aula.

En cuanto a la pregunta "¿Cómo crees que una computadora puede aprender a reconocer imágenes?", destaca que un 14,63 % del alumnado de 6° y un 12,20 % de 4° hizo mención la IA, lo que sugiere cierta familiaridad con el concepto. Sin embargo, un alto porcentaje tampoco supo responder (23,17 % en 6°), lo que evidencia un área clave para trabajar la alfabetización digital en las primeras etapas educativas.

¿Para qué crees que sirve identificar los diferentes tipos de nubes?				
Categoría	Curso	Ejemplo de respuesta	N.º	%
Conocimiento o estudio	4º	"Para estudiarlas" "Para aprender"	2	2,44
	6º	"Creo que sirve para aprender" "Para poder estudiarlos"	2	2,44
Predicción del tiempo o clima	4º	"Para saber que tiempo hace" "Para saber cuál clima va a hacer" "Para saber si va a llover o no y si va a caer granizo o trueno"	14	17,04
	6º	"Para reconocer cuando va a llover o cosas así" "Para saber que clima va a haber y ver que tan caliente está el día" "Sirve para poder saber el clima con mejor exactitud"	16	19,51
Otras respuestas	4º	"Para dar agua a la tierra" "Para saber qué es cada tipo de nube" "Para saber si son muy viejas o se han creado ahora"	5	6,10
	6º	"Creo que para algunas personas es importante, pero para otras no" "Creo que sirve para saber más de la naturaleza" "Para organizar dispositivos"	9	10,98
No sabe o no responde	4º	"No sé"	17	20,73
	6º	"No sé para qué sirven" "No sé, no le veo utilidad"	17	20,73
¿Cómo crees que una computadora puede aprender a reconocer imágenes?				
Aplicaciones	6º	"Podría con una aplicación que le muestres una imagen y diga lo que es" "Con una aplicación"	2	2,44
Menciona IA	4º	"Porque las memoriza porque los ordenadores tienen memoria digital" "Por la inteligencia artificial"	8	9,76
	6º	"Aprende mediante patrones" "Creo que se logra con inteligencia artificial" "Creo que puede aprender a reconocer imágenes mediante un programa de programación" "con una IA programada que reconozca cosas"	12	14,63
Procesamiento de datos	6º	"Creo que cada imagen tiene un código y así puedes reconocerlas"	1	1,22
Programación / Software	6º	"Tienes que programarla para que lo haga"	1	1,22
Sensores / Hardware	6º	"Por diferentes sensores" "Con las antenas"	2	2,44
Otras respuestas	4º	"Porque es tecnología avanzada" "Con una cámara" "Obteniendo información sobre la imagen"	11	13,41
	6º	"Porque los creadores ponen todo el conocimiento allí" "Creo que una computadora podría aprender a relacionar" "Puede ser poniéndole información para que aprenda"	9	10,98
No sabe o no responde	4º	"No sé"	19	23,17
	6º	"No sé"	17	20,73

Tabla 3. Preguntas abiertas previas al desarrollo de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

La Figura 4 muestra que la mayoría del alumnado de 4° y 6° de Primaria ha oído hablar de la IA, aunque no sabe cómo funciona (55% y 62% respectivamente). Solo una minoría afirma entender su funcionamiento, especialmente en 6° (24 %), mientras que alrededor de un cuarto del alumnado no tiene ningún conocimiento previo.

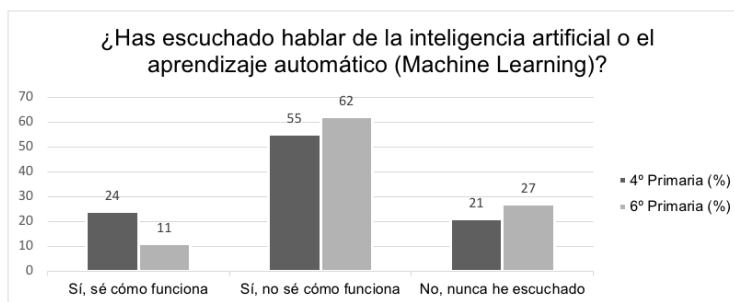


Figura 4. Nivel de conocimiento previo sobre inteligencia artificial y aprendizaje automático en estudiantes de 4° y 6° de Primaria.

Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 4 y la Figura 5 se observa una tendencia general positiva en las actitudes del alumnado hacia el uso de la tecnología y el trabajo cooperativo. La pregunta con mayor puntuación media en ambos cursos fue “¿Cuánto disfrutas de trabajar en equipo para resolver problemas?”, con medias de 4,13 en 4º y 4,20 en 6º, lo que evidencia una buena disposición hacia el trabajo cooperativo. En lo relativo al conocimiento, se observa que los ítems con menores puntuaciones medias son “¿Cuánto sabes sobre cómo funciona el machine learning?” (1,87 en 4º; 1,43 en 6º) y “¿Cuánto sabes sobre la relación entre las nubes y el clima?” (2,37 en 4º; 2,48 en 6º), lo que pone de manifiesto un conocimiento limitado en estos ámbitos y, por tanto, la necesidad de reforzar dichos contenidos. Por el contrario, aspectos como la percepción de la utilidad de la tecnología en la vida diaria (media de 3,55 en 4º y 3,70 en 6º) y el interés por aprender sobre los tipos de nubes (media de 3,26 y 3,36, respectivamente) reflejan una actitud favorable hacia el aprendizaje de estos contenidos, lo que puede ser un punto de partida para diseñar propuestas didácticas motivadoras y significativas.

	4º primaria			6º primaria		
	Media	Moda	σ	Media	Moda	σ
¿Cuánto interés tienes en aprender sobre los tipos de nubes?	3,26	3	1,22	3,36	4	1,04
¿Cuánto sabes sobre la relación entre las nubes y el clima?	2,37	2	1,26	2,48	2	1,17
¿Crees que el clima afecta tu día a día?	3,39	5	1,60	3,98	5	1,19
¿La tecnología puede ayudarte a entender mejor la naturaleza?	3,47	5	1,47	3,82	5	1,15
¿Cuánto sabes sobre cómo funciona el “machine learning”?	1,87	1	1,44	1,43	1	0,82
¿Entender esta tecnología digital puede ser útil para tu vida diaria?	3,55	3	1,22	3,70	4	1,13
¿Cuánto sabes sobre programación o Scratch?	2,58	1	1,54	3,00	3	1,22
¿Cuánto disfrutas trabajar en equipo para resolver problemas?	4,13	5	1,12	4,20	5	1,11

Tabla 4. Preguntas tipo Likert previas al desarrollo de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

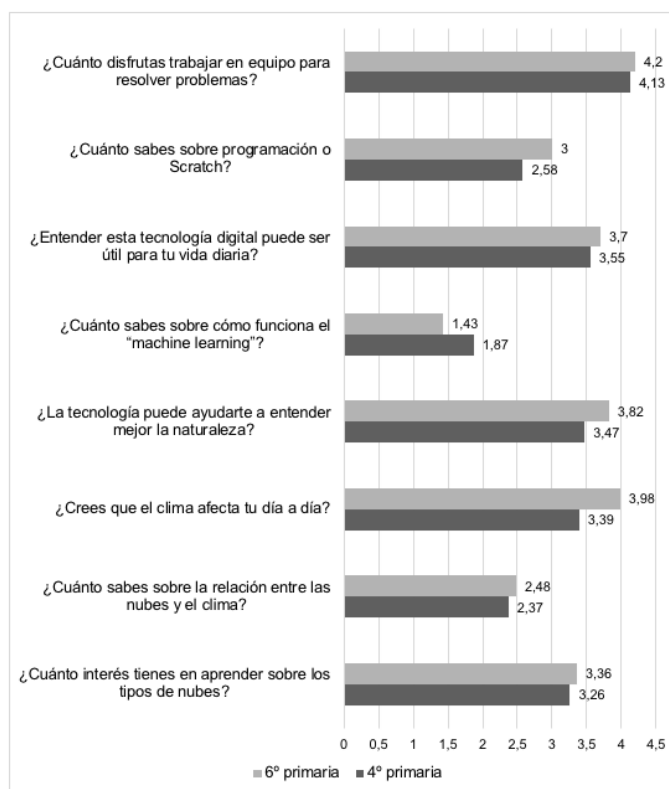


Figura 5. Valoración media inicial de conocimientos, actitudes e intereses sobre tecnología y fenómenos naturales en estudiantes de 4º y 6º de Primaria. Fuente: Elaboración propia.

Tras la implementación de la propuesta, se evidencian avances en la comprensión de conceptos asociados tanto a fenómenos naturales como a tecnologías emergentes (ver Tabla 5). En lo que respecta a la relación entre los tipos de nubes y el clima, el 37,80 % del alumnado de 6º proporcionó explicaciones que reflejan una conexión clara entre observaciones y predicciones meteorológicas. Asimismo, las definiciones aportadas por el alumnado sobre ML tras la actividad muestran un progreso significativo: un 17,07 % ofreció explicaciones que incorporan nociones como “entrenamiento de una máquina” o “aplicación para reconocer imágenes”. Estas respuestas evidencian una incipiente comprensión algorítmica y del modelo de entrada-procesamiento-salida, ejes vertebradores del PC. El modo en que los estudiantes describen el entrenamiento de una IA también es revelador: referencias a “mostrar imágenes con códigos” (14,63 %) y “programar con Scratch” (12,20 %) sugieren que han comenzado a asimilar procesos básicos de codificación y programación, lo cual implica un desarrollo inicial en áreas como la descomposición de tareas, la abstracción y el diseño de soluciones. En conjunto, los datos respaldan que la propuesta didáctica favoreció no solo la comprensión conceptual, sino también el desarrollo de competencias clave del PC en edades tempranas, demostrando que es posible introducir estos contenidos de forma accesible y significativa en el currículo de Primaria.

¿Cómo describirías la relación entre los diferentes tipos de nubes y el clima?				
Categoría	Curso	Ejemplo de respuesta	N.º	%
Comprensión de la relación entre tipos de nubes y clima	4º	"estratos: nublados altos y tapan el sol; cúmulos: parecen algodón de azúcar y están en el medio; cirros parecen pelos y son muy altos."	6	7,32
	6º	"estratos 80/90% lluvia altas posibilidades; cúmulos mayormente despejado 40/30% lluvia bajas posibilidades; cirros, cambios en el clima a lo largo del día."	31	37,80
Descripciones físicas sin relación climática	4º	"estratos tapan todo el cielo, cúmulos parecen esponjas, cirros están altos y son flacos"	1	1,22
	6º	"con los estratos, cielo gris; cirros, hilos en el cielo; cúmulos, algodón"	1	1,22
Respuestas emocionales	6º	"la describiría como interesante y divertida"	2	2,44
Otros	4º	"para ver que clima va a hacer" "No sé"	31	37,80
	6º	"ayudan a conocer mejor el clima" "No sé"	10	12,20
Después de la actividad, ¿cómo definirías Machine Learning?				
Descripciones de Machine Learning	4º	"es una aplicación de inteligencia artificial" "es una plataforma para que el ordenador reconozca imágenes"	6	7,32
	6º	"lo definiría como una aplicación para enseñarle al computador" "yo defino machine learning como un entrenamiento a una máquina"	14	17,07
Percepción positiva	4º	"es una plataforma para que el ordenador reconozca imágenes"	15	8,29
	6º	"una plataforma donde se le puede enseñar a la computadora a reconocer imágenes"	15	18,29
Percepción negativa	4º	"No me gustó, me estresé"	7	8,54
	6º	"lo definiría como difícil"	2	2,44
¿Cómo se entrena una inteligencia artificial para reconocer imágenes?				
Entrenamiento con imágenes	4º	"mostrando fotos, le pones fotos y le pones códigos" "primero lo entrenas mostrándole fotos dependiendo de lo que le quieras enseñar"	18	21,95
	6º	"Primero poniendo las imágenes y después con machine learning" "Dándole imágenes a la IA"	31	37,8
Programación y codificación	4º	"programándolo con Scratch"	2	2,44
	6º	"primero utilizamos machine learning y después utilizamos scratch"	4	4,88
Otros	4º	"Por los seres humanos con su inteligencia" "No sé"	18	21,95
	6º	"yo pienso que a través de la programación" "No sé"	9	10,98

Tabla 5. Preguntas abiertas al finalizar el desarrollo de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

En la Tabla 6 y la Figura 6 se observa una valoración positiva por parte del alumnado en diversos aspectos vinculados al aprendizaje tecnológico y al desarrollo de competencias asociadas al PC. Las puntuaciones más altas se encuentran en ítems relacionados con la percepción de mejora en el reconocimiento de tipos de nubes (media de 4,08 en 4º y 4,25 en 6º), lo que indica una asimilación efectiva de contenidos científicos. Asimismo, se aprecia una mejora significativa en la comprensión sobre el funcionamiento de la IA (media de 3,92 en 4º y 3,91 en 6º) y en el interés por seguir aprendiendo sobre ella, lo que evidencia una actitud favorable hacia el

conocimiento tecnológico y el desarrollo de la curiosidad computacional. La percepción de mejora en el uso de herramientas digitales como Scratch (3,29 en 4°; 3,55 en 6°) y la capacidad para explicar el funcionamiento del proyecto desarrollado (2,79 y 3,45, respectivamente) reflejan el progreso del alumnado en habilidades de expresión algorítmica y pensamiento secuencial, componentes esenciales del PC. Estas habilidades también se ven reforzadas en la conexión que el alumnado establece entre la actividad y su vida cotidiana (3,68 en 4° y 3,59 en 6°), mostrando una aplicación contextualizada del conocimiento tecnológico. Por último, la mejora en las habilidades de trabajo en equipo (3,63 en 4° y 3,77 en 6°).

	4° primaria			6° primaria		
	Media	Moda	σ	Media	Moda	σ
¿Cuánto crees que mejoraste en el reconocimiento de tipos de nubes?	4,08	4	0,85	4,25	5	0,78
¿Cuánto mejoraste en tu comprensión sobre <i>Machine Learning</i> ?	3,50	5	1,37	3,89	4	0,81
¿Cuánto entendiste sobre cómo funciona una inteligencia artificial?	3,92	5	1,32	3,91	5	1,05
¿Te gustaría seguir aprendiendo sobre inteligencia artificial?	3,87	5	1,53	4,07	5	1,25
¿Cuánto mejoraste en el uso de <i>Scratch</i> y herramientas digitales?	3,29	5	1,54	3,55	4	1,15
¿La actividad te ayudó a conectar la ciencia y la tecnología con tu vida cotidiana?	2,68	1	1,45	3,59	4	1,04
¿Mejoraste tus habilidades de trabajo en equipo?	3,63	5	1,40	3,77	4	1,01
¿Te sientes seguro/a para poder explicar a alguien más cómo funciona el proyecto que desarrollaste?	2,79	3	1,36	3,45	4	1,21
¿Crees que el modelo que has creado identificaría nubes de noche?	2,97	4	1,50	1,64	1	1,01

Tabla 6. Preguntas tipo Likert al finalizar el desarrollo de la propuesta. Fuente: Elaboración propia.

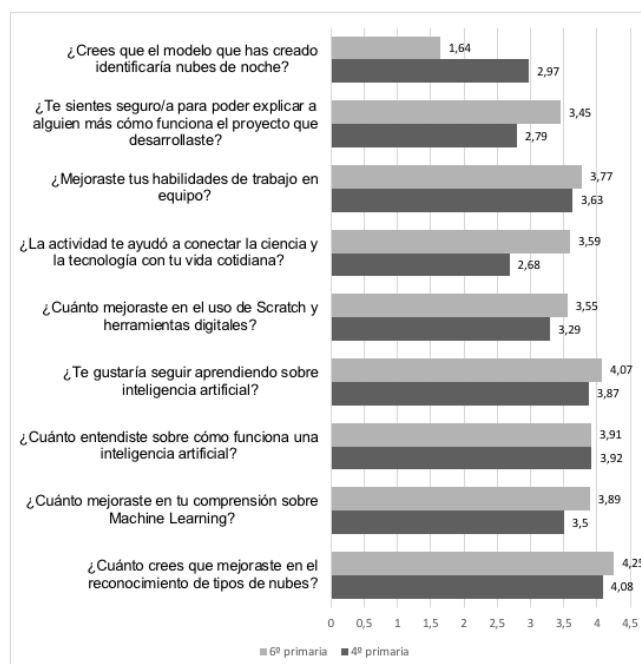


Figura 6. Valoración media final de conocimientos, actitudes e intereses sobre tecnología y fenómenos naturales en estudiantes de 4° y 6° de Primaria. Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 7 presenta los resultados del análisis pre-post mediante la prueba de McNemar aplicada a los distintos tipos de nubes en los que se evaluó al alumnado antes y después de la propuesta didáctica, tanto en 4° como en 6° de Primaria. En 4° de Primaria, se observaron diferencias estadísticamente significativas en la identificación de estratos ($p < 0,001$), cirros ($p < 0,001$) y cumulonimbos ($p = 0,016$), lo que indica una

mejora relevante en el reconocimiento de estas nubes tras la intervención. En cambio, no se registraron mejoras significativas en la identificación de cúmulos, y en el caso de los nimboestratos ($p = 0,125$), aunque hubo avances, estos no alcanzaron el umbral de significación convencional.

En 6° de Primaria, los resultados reflejan una mejora más generalizada. Se hallaron diferencias estadísticamente significativas en la identificación de estratos, cúmulos, cirros y nimboestratos (todos con $p < 0,001$), mientras que en los cumulonimbos se observó un valor próximo a la significación ($p = 0,065$), lo que podría interpretarse como una tendencia positiva de aprendizaje en este grupo. Esta evolución más sólida en el alumnado de mayor edad sugiere una mayor consolidación del aprendizaje, posiblemente asociada a un desarrollo cognitivo más avanzado y a una mayor experiencia escolar.

En conjunto, estos datos respaldan la eficacia de la propuesta en el fortalecimiento de habilidades de clasificación y reconocimiento de patrones, componentes clave del PC aplicados en un contexto científico como es la meteorología escolar.

Tipo de nube	Curso	Mejoras (0→1)	Empeora (1→0)	p-valor exacto	Significativo
Estratos	4º	35	0	< 0,001	Sí
	6º	37	3	< 0,001	Sí
Cúmulos	4º	0	2	—	No
	6º	37	1	< 0,001	Sí
Cumulonimbos	4º	7	1	0,016	Sí
	6º	9	2	0,065	No
Cirros	4º	36	0	< 0,001	Sí
	6º	40	2	< 0,001	Sí
Nimboestratos	4º	6	1	0,125	No
	6º	12	0	—	Sí

Nota. Se utilizó la prueba exacta de McNemar (distribución binomial) para comparar las respuestas pre y post intervención. Se consideraron estadísticamente significativos los resultados con $p < 0,05$. Los valores p se interpretaron según los criterios convencionales:
 $p < 0,05$: significativo
 $p < 0,01$: altamente significativo
 $p \geq 0,05$: no significativo

Tabla 7. Análisis de McNemar para 4° y 6° de primaria. Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

El presente estudio ha demostrado la viabilidad y pertinencia de introducir propuestas didácticas basadas en el aprendizaje automático (Machine Learning, ML) en el contexto de la Educación Primaria, con el propósito de desarrollar el Pensamiento Computacional (PC) y fomentar la alfabetización digital desde edades tempranas.

En relación con el primer objetivo, el diseño e implementación de una propuesta didáctica fundamentada en el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) ha permitido articular de forma significativa contenidos científicos y tecnológicos. La experiencia facilitó un aprendizaje activo y contextualizado, en el que el alumnado entrenó modelos de reconocimiento de imágenes y desarrolló aplicaciones funcionales mediante Scratch tal y como destacaban en su estudio Martínez-Murciano & Pérez-Jorge (2024). Esta aproximación no solo se alinea con los principios del enfoque STEM y las metodologías activas (Freeman et al., 2014; González Fernández et al., 2021; Quigley et al., 2020), sino que responde a las directrices curriculares del Real Decreto 157/2022, que reconoce el PC como una competencia transversal clave en el área de Ciencias Naturales (Gobierno de España, 2022a).

Respecto al segundo objetivo, los datos recogidos a través del cuestionario de valoración final evidencian una percepción globalmente positiva del alumnado hacia la experiencia. Se ha observado un notable interés por seguir aprendiendo sobre IA, una actitud favorable hacia el trabajo en equipo y una mejora en la comprensión de conceptos vinculados tanto al ML como a la relación entre tipos de nubes y el clima. Estos hallazgos coinciden con estudios previos que subrayan el potencial de las tecnologías emergentes para motivar al alumnado y facilitar la comprensión de fenómenos complejos (Touretzky et al., 2019; Zhou et al., 2025).

En cuanto al tercer objetivo, se recogieron múltiples evidencias de aprendizaje activo y experimental. El análisis cualitativo de las respuestas abiertas reveló que el alumnado no solo asimiló conceptos relacionados con el entrenamiento de modelos y el reconocimiento de patrones, sino que también fue capaz de transferir esos aprendizajes a contextos reales. La observación directa en el aula y las producciones finales corroboran un aprendizaje significativo, en línea con propuestas como las de Hernández-Cuevas et al. (2025) o Essinger & Rosen (2011), que abogan por una construcción del conocimiento basada en la interacción con datos y algoritmos personalizados.

El cuarto objetivo, centrado en la evaluación del desarrollo del PC, fue abordado mediante un enfoque mixto. Los análisis estadísticos (prueba de McNemar) revelaron mejoras significativas en la identificación de varios tipos de nubes tras la intervención didáctica. En 4º de Primaria, se observaron diferencias significativas en estratos, cirros y cumulonimbos ($p < 0,05$), mientras que en 6º de Primaria se hallaron mejoras estadísticamente significativas en estratos, cúmulos, cirros y nimboestratos ($p < 0,001$ en todos los casos). Además, en ambas etapas se identificaron tendencias positivas en la categoría de cumulonimbos ($p = 0,065$ en 6º) y nimboestratos ($p = 0,125$ en 4º), aunque sin alcanzar el umbral convencional. Estos resultados reflejan una consolidación progresiva de aprendizajes vinculados a la observación, clasificación y reconocimiento visual, especialmente en niveles superiores. Asimismo, las respuestas posteriores del alumnado evidencian una comprensión emergente de nociones clave como el modelo de entrada-procesamiento-salida, el diseño algorítmico y la descomposición de tareas, todos ellos componentes esenciales del PC (Barr & Stephenson, 2011; WIng, 2006).

En conjunto, los resultados obtenidos refuerzan la idea de que el ML, cuando se introduce a través de metodologías activas y enmarcado en situaciones de aprendizaje contextualizadas, puede actuar como mediador cognitivo para el desarrollo de competencias STEM (González Fernández et al., 2021), al tiempo que favorece una comprensión crítica de los sistemas inteligentes (Campina-López et al., 2024). Además, la propuesta demuestra que es posible fomentar una alfabetización temprana en IA sin renunciar a la accesibilidad, la participación ni la conexión con el currículo escolar.

Desde una perspectiva docente, los hallazgos ponen de manifiesto la necesidad de repensar las prácticas de enseñanza de las ciencias en Educación Primaria, incorporando enfoques interdisciplinares que integren el PC y la IA de forma accesible y significativa. Esta experiencia demuestra que es posible diseñar situaciones de aprendizaje que promuevan la alfabetización digital, el trabajo cooperativo y la resolución de problemas reales mediante el uso de tecnologías emergentes. Asimismo, se resalta el papel clave del profesorado como mediador y diseñador de entornos de aprendizaje conectados con los desafíos tecnológicos actuales, así como la importancia de su formación en el uso pedagógico de herramientas como Scratch y Machine Learning for Kids.

No obstante, el estudio presenta ciertas limitaciones. En primer lugar, se trata de una investigación desarrollada en un único centro educativo, con una muestra limitada y sin alumnado con necesidades educativas especiales, lo que restringe la generalización de los resultados. Además, aunque se emplearon instrumentos mixtos para la recogida de datos, sería enriquecedor incorporar en futuros estudios entrevistas o grupos focales con docentes, con el fin de explorar en mayor profundidad los procesos pedagógicos implicados. Como líneas futuras de investigación, se propone realizar un seguimiento longitudinal para analizar el impacto sostenido de este tipo de propuestas en el desarrollo del PC, así como explorar nuevas aplicaciones educativas del ML, abordando cuestiones como la ética algorítmica, el sesgo de los datos o la toma de decisiones automatizada en la vida cotidiana.

Agradecimientos

Agradecemos al Centro Cultural y Educativo Español Reyes Católicos por su colaboración y apoyo en el desarrollo de esta experiencia.



Financiación

Por otro lado, este artículo ha sido financiado por la Universidad Internacional de la Rioja (PPI11_25; Transformación Digital en la Educación: Uso de Tecnologías, Inteligencia Artificial y Competencia Digital Docente).

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Serrano Reynal, S., Zafra Ruano, A. M., & Ruiz, C. (2026). ¿Qué cielo tenemos hoy? Machine Learning para identificar nubes en Educación Primaria. *Campus Virtuales*, 15(2), 147-162. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1727>

Referencias

- Alam, A. (2022). A digital game based learning approach for effective curriculum transaction for teaching-learning of artificial intelligence and machine learning. In 2022 International Conference on Sustainable Computing and Data Communication Systems (ICSCDS) (pp. 69–74). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ICSCDS53736.2022.9760932>
- Barr, V.; Stephenson, C. (2011). Bringing computational thinking to K-12: What is involved and what is the role of the computer science education community? *ACM Inroads*, 2(1), 48–54. <https://doi.org/10.1145/1929887.1929905>
- Bisquerra, R. (2004). Metodología de la investigación educativa (2ª ed.). La Muralla.
- Caamaño, A. (2018). Enseñar química en contexto: un recorrido por los proyectos de química en contexto desde la década de los 80 hasta la actualidad. *Educación química*, 29(1), 21–54. <https://doi.org/10.22201/fq.18708404e.2018.1.63686>
- Campina-López, A.; Lorca-Marín, A. A.; De las Heras Pérez, M. A. (2024). Indagación, modelización y pensamiento computacional: Un análisis bibliométrico con el uso de Bibliometrix a través de Biblioshiny. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 21(1), 1102. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2024.v21.i1.1102
- Cruz Rinco, B. K.; García-Holgado, A.; García-Penabaz, F. J. (2025). Ambientes coeducativos STEM que combinan Robótica Educativa y Pensamiento Computacional. *Campus Virtuales*, 14(1), 215–241. <https://doi.org/10.54988/cv.2025.1.1599>
- Doménech-Casal J.; Lope S.; Mora L. (2019). Qué proyectos STEM diseña y qué dificultades expresa el profesorado de secundaria sobre el Aprendizaje Basado en Proyectos. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 16 (2), 2203. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2019.v16.i2.2203
- Essinger, S. D.; Rosen, G. L. (2011). An introduction to machine learning for students in secondary education. In 2011 Digital Signal Processing and Signal Processing Education Meeting (DSP/SPE) (pp. 243–248). IEEE. <https://doi.org/10.1109/DSP-SPE.2011.5739219>
- George, D.; Mallery, P. (2003). SPSS for Windows step by step: A simple guide and reference (4th ed.). Boston, MA: Allyn & Bacon.
- González Fernández, M. O.; Flores González, Y. A.; Muñoz López, C. (2021). Panorama de la robótica educativa a favor del aprendizaje STEAM. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(2), 2301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301
- de Freitas, A. A.; Weingart, T. B. (2021). I'm going to learn what? Teaching artificial intelligence to freshmen in an introductory computer science course. In Proceedings of the 52nd ACM Technical Symposium on Computer Science Education (pp. 198–204). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3408877.3432530>
- Freeman, S.; Eddy, S.; McDonough, M.; Smith, M.; Okoroafor, N.; Jordt, H.; Wenderoth, M. (2014). Active learning increases student performance in science, engineering, and mathematics. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 111(23), 8410–8415. <https://doi.org/10.1073/pnas.1319030111>
- Fussero, G. B.; Ocelli, M.; Chiarani, M. (2021). Computational Thinking and Genetic Engineering learning: An Approach from Design Research. *Revista Iberoamericana de Tecnología en Educación y Educación en Tecnología*, 30, 40–50. <https://www.scielo.org.ar/pdf/ritet/n30/n30a05.pdf>
- Gobierno de España. (2022a). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*, 52, 32623–32752. <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2022-3296>
- Gobierno de España. (2022b). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Boletín Oficial del Estado*, 76, 41571–41733. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>
- Hernández-Cuevas, B. Y.; Levis, M.; Junkins, W.; Crawford, C. S.; Denham, A.; Luo, F. (2025). PhysioML: A web-based tool for machine learning education with real-time physiological data. In Proceedings of the 56th ACM Technical Symposium on Computer Science Education V. 1 (SIGCSE TS 2025) (pp. 485–491). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3641554.3701815>
- Kandhofer, M.; Steinbauer, G.; Laßnig, J. P.; Baumann, W.; Plomer, S.; Ballagi, A.; Alfoldi, I. (2019). Enabling the creation of intelligent things: Bringing artificial intelligence and robotics to schools. In 2019 IEEE Frontiers in Education Conference (FIE) (pp. 1–5). IEEE. <https://doi.org/10.1109/FIE43999.2019.9028537>
- Katuka, G. A.; Li, Y.; Tai, J.; Lynch, C. (2023). A summer camp experience to engage middle school learners in AI through conversational app development. In Proceedings of the 54th ACM Technical Symposium on Computer Science Education, V. 1 (pp. 813–819). Association for Computing Machinery. <https://doi.org/10.1145/3545945.3569864>

- Kilpatrick, W.E. (1918). *The Project Method: the use of the purposeful act in the educative process*. Teachers college, Columbia University.
- Lane, D. (2021). *Machine Learning for Kids: A Project-Based Introduction to Artificial Intelligence*. No Starch Press.
- Liu, M.; Wang, H.; Guo, Y.; Hong, J. (2016). Identifying and analyzing the privacy of apps for kids. *Proceedings of the 17th International Workshop on Mobile Computing Systems and Applications (HotMobile '16)*, 105–110. ACM. <https://doi.org/10.1145/2873587.2873597>
- Martínez-Murciano, M. C.; Pérez-Jorge, D. (2024). Computational thinking with Scratch or App Inventor in primary education. *Campus Virtuales*, 13(2), 107–122. <https://doi.org/10.54988/cv.2024.2.1364>
- McHugh, M. L. (2012). Interrater reliability: the kappa statistic. *Biochemia Medica*, 22(3), 276–282. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC3900052/>
- Meng, X.; Li, S.; Malik, M.M.; Umer, Q. (2022). Machine-Learning-Based Suitability Prediction for Mobile Applications for Kids. *Sustainability*, 14, 12400. <https://doi.org/10.3390/su141912400>
- National Research Council (2012). *Report of a workshop on the pedagogical aspects of computational thinking*. The National Academies Press. <https://nap.nationalacademies.org/catalog/13170/report-of-a-workshop-on-the-pedagogical-aspects-of-computational-thinking>
- Quigley, C.F.; Herro, D.; King, E.; Plank, H. (2020) STEAM Designed and Enacted: Understanding the Process of Design and Implementation of STEAM Curriculum in an Elementary School. *Journal of Science Education and Technology*. <https://doi.org/10.1007/s10956-020-09832-w>
- Rani, S.; Bhambri, P.; Chauhan, M. (2021). A machine learning model for kids' behavior analysis from facial emotions using principal component analysis. In *2021 5th Asian Conference on Artificial Intelligence Technology (ACAIT)* (pp. 522–525). IEEE. <https://doi.org/10.1109/ACAIT53529.2021.9731203>
- Roldán-Segura, C.; Perales-Palacios, F. J.; Ruiz-Granados, B.; Moral-Santaella, C.; de la Torre, A. (2018). Enseñando a programar por ordenador en la resolución de problemas de Física de Bachillerato. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1301. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2018.v15.i1.1301
- Sakulkueakulsuk, B.; et al. (2018). Kids making AI: Integrating machine learning, gamification, and social context in STEM education. In *2018 IEEE International Conference on Teaching, Assessment, and Learning for Engineering (TALE)* (pp. 1005–1010). IEEE. <https://doi.org/10.1109/TALE.2018.8615249>
- Shamir, G.; Levin, I. (2021). Neural network construction practices in elementary school. *KI-Kunstliche Intelligenz*, 35(2), 181–189. <https://doi.org/10.1007/s13218-021-00729-3>
- Thun, L.J.; Teh, P.L.; Cheng, C.B. (2022). CyberAid: Are your children safe from cyberbullying? *Journal of King Saud University - Computer and Information Sciences*, 34, 4099–4108. <https://doi.org/10.1016/j.jksuci.2021.03.001>
- Touretzky, D. S.; Gardner-McCune, C.; Martin, F.; Seehorn, D. (2019). Envisioning AI for K-12: What Should Every Child Know About AI? *Proceedings of the Thirty-Third AAAI Conference on Artificial Intelligence*. Association for the Advancement of Artificial Intelligence. <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019795>
- Vartiainen, H.; Tedre, M.; Valtonen, T. (2020). Learning machine learning with very young children: Who is teaching whom? *International Journal of Child-Computer Interaction*, 25, 100182. <https://doi.org/10.1016/j.ijcci.2020.100182>
- Wing, J. M. (2006). Computational thinking. *Communications of the ACM*, 49(3), 33–35. <https://doi.org/10.1145/1118178.1118215>
- Yim, I. H. Y.; Su, J. (2025). Artificial intelligence literacy education in primary schools: A review. *International Journal of Technology and Design Education*. <https://doi.org/10.1007/s10798-025-09979-w>
- Zhao, Y.; Wang, L. (2022). A case study of student development across project-based learning units in middle school chemistry. *Disciplinary and Interdisciplinary Science Education Research*. 4, 5. <https://doi.org/10.1186/s43031-021-00045-8>
- Zhou, X.; Gong, Y.; Zhou, Y.; Jiang, Y.; Bai, Z. (2025). Co-design of analogical and embodied representations with children for child-centered AI learning experiences. *International Journal of Human-Computer Studies*, 199, 103462. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2025.103462>

La formación online en la adquisición de conocimiento en balística e identificación humana forense

Online training in the acquisition of knowledge in ballistics and forensic human identification

Carlos Neyra-Rivera¹, José Jauregui Montero²,
Edwin Augusto Torres Suárez³, Jesús Miguel Quiroz Mejía²,
Bruce Budowle⁴

¹ Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Perú

² Universidad Privada Norbert Wiener, Perú

³ Policía Nacional del Perú, Perú

⁴ University of Helsinki, Finlandia

carlosdavidmp@outlook.es , jose.jaureguim@uwiener.edu.pe , etorress@pnp.gob.pe ,
jesus.quiroz@uwiener.edu.pe , b.budowle@att.net

RESUMEN. La cantidad de denuncias realizadas en el Perú se ha incrementado desde el año 2016 al 2019 pasando de 355,876 a 446,508 estando involucrados en las distintas investigaciones peritos que pueden ser de la Policía Nacional del Perú (PNP) o del Ministerio Público. Por ello, el objetivo de la presente investigación fue identificar los factores asociados al nivel de conocimiento en identificación balística e identificación humana y conocer el nivel de conocimiento de este en el Instituto de Criminalística de la DIRCRI-PNP periodo 2020. No se identificaron factores asociados significativamente al nivel de conocimiento en identificación balística y a la identificación humana. Se encontró que el 14,3%, 52,4% y 33,3% de los peritos tenían un nivel de conocimiento alto, medio y bajo mientras que para balística forense el 14,3%, 76,2% y 9,5% de los peritos tenían un nivel de conocimiento alto, medio y bajo. Hay mucho por hacer en la implementación de sistemas de enseñanza y adaptación de sistemas automatizados y de Inteligencia Artificial Explicable (XIA).

ABSTRACT. The number of reports filed in Peru has increased from 355,876 to 446,508 from 2016 to 2019, with experts from the Peruvian National Police (PNP) or the Public Prosecutor's involved in the various investigations. Therefore, the objective of this study was to identify the factors associated with the level of knowledge in firearms and human identification to understand the level of knowledge of this at the Criminalistics Institute of the DIRCRI-PNP; period 2020. No factors significantly associated with the level of knowledge in firearms and human identification were identified. It was found that 14.3%, 52.4%, and 33.3% of the experts had a high, medium, and low level of knowledge, while for forensic ballistics, 14.3%, 76.2%, and 9.5% of the experts had a high, medium, and low level of knowledge. There is much to be done in the implementation of teaching systems and adaptation of automated systems and Explainable Artificial Intelligence (XIA).

PALABRAS CLAVE: Balística forense, Cursos online sincrónicos, Identificación humana, Nivel de conocimiento.

KEYWORDS: Forensic ballistics, Synchronous online courses, Human identification, Knowledge level.

1. Introducción

El avance de la ciencia y la tecnología requiere que el personal de entidades tanto públicas como privadas estén constantemente capacitándose (Tejada y Navío, 2005). La cantidad de denuncias realizadas en el Perú se ha incrementado desde el año 2016 al 2019 pasando de 355,876 a 446,508 (INEI, 2021) estando involucrados en las distintas investigaciones peritos que pueden ser de la Policía Nacional del Perú (PNP) o del Ministerio Público. Un perito es una persona altamente especializada en un campo del conocimiento y que cuando llega a la escena del crimen debe de tener clara la contextualización del “por qué”, “cómo”, “cuándo”, “con qué” ya que a partir de esas preguntas puede identificar claramente que objetos o indicios debe de recolectar para ser enviados al laboratorio forense y así puedan evaluar cuales se convierten en evidencias para la elaboración de su informe pericial (Natareno, 2018). En el Perú, los peritos pueden pertenecer a una entidad pública (peritos oficiales) o a una entidad privada (peritos de parte) y ellos trabajan con información empírica y no simplemente con explicaciones por parte del experto por ello muchas veces en lugar de preguntarse si las afirmaciones del perito de parte son “conducentes a la verdad” la preocupación suele girar en torno a si el sujeto es “realmente” un experto, si tiene la formación o habilidades correspondientes, si tiene los conocimientos suficientes, etc. (Edmond, Thompson y Tangen, 2014).

En el Perú, el nuevo Código Procesal Penal se ha implementado progresivamente desde el año 2004 y se ha complementado (luego de muchas prórrogas) en marzo del 2021. A pesar de ello, se observa como en los últimos años se viene incrementando los delitos (INEI, 2021) y que muchos de ellos no se resuelven debido probablemente a las deficientes investigaciones realizadas por parte del personal perito de la Policía Nacional del Perú (PNP) y/o de la Fiscalía de la Nación del Perú o el perito de parte. Las policiales y científico-periciales que realizan actividades conjuntas están promoviendo un cambio fundamental en las ciencias de identificación tradicionales con fines forense. La suposición de unicidad en el que se fundamentan estos campos se ve debilitada por los errores que pudieran surgir producto de la falta de conocimientos teóricos y la falta de experiencia en casos reales. Los cambios en la ley relacionados con la admisibilidad de la evidencia pericial en los tribunales, junto con el surgimiento de la tipificación del ADN como modelo para un enfoque científicamente defendible de las cuestiones de identidad compartida, están impulsando a las ciencias forenses más antiguas hacia un nuevo paradigma científico (Saks y Koehler, 2005).

En el Artículo 16 del “Reglamento del Decreto legislativo 1219: Certificación, registro y acreditación de Peritos Criminalísticos”; se ha dejado claramente establecido en el artículo 16.1 que la Dirección de Criminalística (DIRCRI) certifica, registra y acredita a los peritos criminalísticos y en el artículo 16.2. “El Reglamento del Registro de Peritos Criminalísticos de la Policía Nacional del Perú desarrolla los requisitos y procedimientos para la certificación, así como los lineamientos sobre su funcionamiento” (PNP, 2019). Esto conlleva a que la PNP capacita a sus peritos y es la misma entidad la encargada de validar sus competencias y acreditarlos lo que le minimiza la objetividad durante el proceso.

En diciembre de 2019, un brote de neumonía causada por un virus estalló en Wuhan-China. El SARS-COV-2 fue identificado como un virus de la familia Coronaviridae (Lu et al., 2020). En los seres humanos, el coronavirus causaba infecciones respiratorias e incluso la muerte, esta enfermedad llegó al Perú el 6 de marzo de 2020 y debido al rápido crecimiento del número de contagios (71 casos confirmados para esa fecha), 10 días después el gobierno anunció un estado de emergencia nacional, ordenando el aislamiento social obligatorio, el cierre de fronteras nacionales y la suspensión de cualquier medio de transporte hasta el 26 de junio del 2020. A pesar del fin de la cuarentena general recién se flexibilizó la educación de forma semipresencial desde el 09 de agosto del 2021 y las presenciales desde marzo del 2022.

El inicio súbito del aislamiento y la suspensión de actividades académicas presencial llevo a que entidades tanto públicas como privadas migrarán rápidamente a una educación online sincrónica y no a una educación virtual ya que no contaban con la formación, competencias y las herramientas tecnológicas. La formación de peritos por parte de la PNP no fue ajena a ello por lo que durante el 2020 tuvieron que migrar a una formación online sincrónica a través de plataformas de acceso libre. Debido a ello, el presente estudio busco identificar



los factores asociados al nivel de conocimiento en identificación balística y conocer el nivel de conocimiento de estos en el Instituto de Criminalística de la DIRCRI-PNP; periodo 2020. Los laboratorios de criminalística cuentan con el sistema de identificación Balística 3D (IBIS TRAX-3D) y para la identificación humana el Sistema de Identificación Dactilar Automatizada (AFIS).

Por ello, se busca identificar los factores asociados al nivel de conocimiento en identificación balística e identificación humana y conocer el nivel de conocimiento de este en el Instituto de Criminalística de la DIRCRI-PNP periodo 2020, para lo cual se tomará como referencia el banco de preguntas vinculadas a las temáticas que se desarrollan durante la formación de los peritos.

2. Revisión de la literatura

La pandemia de COVID-19 motivó la adaptación de estos enfoques a modalidades de aprendizaje a distancia o híbridas, incrementando su versatilidad y enriqueciendo el repertorio pedagógico del Forensic Science Undergraduate Program (FSUP). Actualmente, el principal impacto del programa radica en la incorporación exitosa de algunos de sus egresados a instancias pertenecientes o relacionadas con el sistema de justicia penal, como la fiscalía general de la Nación, la Comisión de Verdad y Justicia para el Caso Ayotzinapa y la Comisión Nacional de Búsqueda de Personas Extraviadas o Desaparecidas, entre otras. La ciencia forense es una fuente de problemas atractivos con una base en casos reales que invita a la aplicación de conocimientos de diferentes áreas para la resolución de un caso y, por lo tanto, se presta al Aprendizaje Basado en Problemas o proyectos (Sosa-Reyes et al., 2022). Como primer paso del Taller Interdisciplinario para la Resolución de Casos Forenses, un panel de ocho a diez profesores selecciona la carpeta de una investigación forense real, con preferencia por aquellos que permiten probar teorías alternativas utilizando la teoría del caso propuesta por el fiscal. En otras palabras, se pueden proponer dos hipótesis para explicar el caso con base en la evidencia disponible, a saber, la hipótesis de la acusación y la hipótesis de la defensa. Un grupo de profesores organizó algunas audiencias simuladas para mostrar a los estudiantes ejemplos de qué hacer. De igual manera, para los juicios orales; la formulación de aspectos de la evaluación del desempeño fue resultado de la deliberación del panel (Sosa Reyes, 2017).

Se está comenzando a enfatizar la importancia del aprendizaje estadístico y de la experiencia en las comparaciones de características forenses; así también la ciencia cognitiva establece su importante rol al otorgar de información en el desarrollo de los programas de capacitación y la selección de herramientas para los examinadores de comparación de características forenses, por ello, la evidencia actual sobre los mecanismos perceptivos y cognitivos asociados con la experiencia en comparación de características destaca un mecanismo específico (el aprendizaje estadístico) como un constructo explicativo prometedor con implicaciones para mejorar el reclutamiento y la capacitación. (Grown y Martire, 2020).

La forma objetiva para desarrollar el servicio y función policial depende de una serie de variables que incluyen doctrina policial, instrucción académica y humanista, cultura general y diversas especializaciones (Ramos, 2019). El presidente del Consejo de Asesores en Ciencia y Tecnología de los Estados Unidos, "Forensic Science in Criminal Courts: Ensuring Scientific Validity of Feature-Comparison Methods" (el informe PCAST); se basa en un informe anterior preparado por el Consejo Nacional de Investigación, Strengthening Forensic Science in the United States: A Path Forward publicado en 2009 (el informe NRC). Estos informes se centran en la organización, financiación y práctica de las ciencias forenses en los Estados Unidos. En su deliberada e inquebrantable preocupación por el valor probatorio, en particular la validez y fiabilidad de los procedimientos utilizados por los científicos forenses y la forma en que se expresan las opiniones en los informes y testimonios de los expertos; ambos tienen aplicación en Inglaterra y Gales. Ambos informes se dirigen directamente a los científicos forenses, las fuerzas del orden, los abogados y los tribunales. Los científicos forenses, los defensores, los jueces y los legisladores deben responder a estas críticas y recomendaciones si se espera colocar las ciencias forenses sobre bases científicas sólidas (Ward et al., 2017).

La labor de los examinadores en el estudio de armas de fuego podría mejorarse implementando retroalimentación sobre su rendimiento para reducir la sobre confianza; un trabajo adicional sobre sus

fortalezas y debilidades y del método basado en procesador de datos, podría ayudar en la exploración de las posibilidades de combinar sus juicios, para aumentar la validez general (Mattijssen et al., 2020).

Los tribunales deben asegurarse de que los examinadores expongan sus resultados de manera clara y precisa, que presenten el índice de error de los resultados tal como se establece en el informe del Consejo Asesor del Presidente sobre Ciencia y Tecnología (PCAST) y que revelen cualquier limitación adicional a sus opiniones; deben revelar cualquier información potencialmente tendenciosa o contaminante proporcionada antes de su análisis de la evidencia., asegurándose de que ninguna de las partes tergiverse o exagere la opinión del experto en sus argumentos garantizando que sólo se presenten a los jurados pruebas científicamente aceptadas (Friedman y Brand, 2017).

Se debe tener en consideración el estudio del famoso caso Daubert y sus cuatro criterios establecidos por la Corte Suprema en 1993 para decidir si una prueba pericial es fiable y, con ello, si es admisible; por lo tanto, que un método o técnica pueda ser (y haya sido) sometido a test o pruebas, que haya sido sometido a revisión por pares y publicado, que se indique su rango de error conocido o posible y se muestre que goza de una amplia aceptación en la comunidad experta de referencia.(Vázquez, 2022).

Para que una disciplina o método se considere científicamente válido, el proponente de la evidencia debe demostrar que es válido desde el punto de vista fundacional; que el método existente puede, en principio, aplicarse válidamente para lograr resultados precisos; y que es válido “tal como se aplica”: que el analista específico en este caso aplicó con precisión el método en la práctica.

Se puede notar con mucha recurrencia que en las investigaciones analizadas que no se están tomando en consideración los aspectos relacionados con la validez y la confiabilidad de los procedimientos y las técnicas utilizadas, así como tampoco de los criterios de Daubert; los cuales establecen que, se deben tomar en cuenta los sesgos y errores que se pueden encontrar antes y en la realización de los informes periciales (Risinger et al., 2002).

El tipo de conclusión que ha recibido más críticas en los últimos años (enunciados categóricos) sigue siendo el medio de expresión preferido en una clara mayoría de respuestas. También se encuentra que rara vez se informó sobre el suministro de información adicional que a menudo se considera necesaria para la evaluación racional de la evidencia (por ejemplo, información sobre confiabilidad y validez). Estos resultados sugieren un compromiso limitado con las recomendaciones recientes y son preocupantes dada la gravedad de las decisiones legales que dependen de la comunicación precisa y transparente de la ciencia forense. (Bali et al., 2020); así también Laaz et al., (2025) analiza cómo el testimonio de los científicos forenses en los tribunales ha sido tradicionalmente una actuación que presenta sus estudios como objetivos y técnicos, utilizando cálculos estadísticos y probabilísticos para convertir la evidencia en un elemento legal, estas interpretaciones erróneas, aunque cuestionables, no fueron cuestionadas en su momento y quedaron registradas de manera definitiva en los archivos legales.

Las actividades de aprendizaje se estructuran en torno a cinco objetivos principales para la resolución de problemas de casos forenses simulados: 1) seleccionar rastros y elementos relevantes que se recogerán en la escena y percibir su valor potencial en el proceso de reconstrucción, 2) aplicar técnicas de detección adecuadas en secuencia para obtener pistas de buena calidad, 3) procesar rastros utilizando la metodología de Análisis, Comparación, Evaluación y Verificación (ACE-V), 4) producir y resumir información en forma oral y escrita para ayudar a una investigación, y 5) trabajar en colaboración para beneficiarse de la diversidad de los miembros del grupo. Se implementó una herramienta de simulación de la escena del crimen basada en computadora (que permite a los estudiantes visualizar escenas del crimen en 360° y elementos relevantes) y una herramienta de comunicación (para simplificar y centralizar la comunicación entre los estudiantes y el personal docente). Si bien las evaluaciones de estas nuevas tecnologías fueron muy positivas, los estudiantes aún expresaron su disposición a realizar ciertas tareas en el sitio y una preferencia por las interacciones cara a cara (Sosa-Reyes et al., 2022).



No hay mejor foro que Science & Justice para alentar la investigación pedagógica futura dentro del sector de la justicia penal que, generan debates dentro de las comunidades de ciencia forense y criminalística, por esencia interdisciplinaria, la revista constituye una plataforma científica ideal para permitir una amplia difusión del conocimiento, promover el intercambio de pensamientos e ideas y fomentar el diálogo dentro de las disciplinas y a través de los límites disciplinarios. (Tidy y Fournet, 2022).

La investigación en ciencia forense y disciplinas asociadas es abundante y variada, se probaron la integración del aprendizaje activo (aprendizaje invertido, gamificación) en entornos de aprendizaje virtual; la tecnología de realidad virtual y los juegos electrónicos en la enseñanza de geo científicos forenses; el uso de una combinación de modelos bidimensionales y tridimensionales, analizar la investigación de casos a nivel profesional y también destacar la necesidad de colaboración. En su artículo de investigación sobre personas desaparecidas y casos sin resolver, analizan el proyecto piloto de casos sin resolver internacional, que tiene como objetivo apoyar a la Red de expertos policiales sobre personas desaparecidas en el diseño de un enfoque común para encontrar a los desaparecidos. Finalmente, en concordancia con las investigaciones realizadas debemos continuar fomentando el interés por investigaciones interjurisdiccionales que trasciendan las fronteras y ofrezca reflexión más global.

En diversas áreas del análisis balístico (AA), como la comparación de marcas de herramientas, la reconstrucción de trayectorias y la identificación de armas de fuego, los algoritmos de aprendizaje automático han demostrado ser prometedores al superar las técnicas convencionales gracias a su capacidad para analizar grandes conjuntos de datos e identificar tendencias mínimas. El AA garantiza resultados más fiables y aumenta el valor probatorio de los hallazgos forenses al automatizar operaciones complejas, reduciendo así el error humano y el sesgo. A pesar de estos avances, aún existen dificultades. La disponibilidad y la calidad de los datos son esenciales para la funcionalidad de los modelos de AA (Cuellar et al., 2022).

El aprendizaje automático (ML) representa un avance crucial en la ciencia forense, especialmente en el análisis balístico y la identificación de armas, al mejorar la precisión, objetividad y eficacia en las investigaciones, aunque aún enfrenta desafíos como la calidad de los datos, la falta de bases de datos estandarizadas y la interpretabilidad de los modelos, que son esenciales para su aplicación judicial. Para aprovechar plenamente su potencial, se requiere el desarrollo de bases de datos globales, mejoras en la adquisición de datos, énfasis en la IA explicable y una capacitación adecuada para los expertos forenses, además de una colaboración estrecha entre científicos, policías y organizaciones internacionales. La adopción de estas recomendaciones facilitará una transformación significativa en el campo, contribuyendo a la justicia y la seguridad pública con innovaciones responsables y éticas. (Chatterjee, 2024).

El proceso de capacitación y actualización de los peritos es un pilar fundamental para la mejora del desarrollo de sus capacidades y así puedan estar actualizados en las nuevas tecnologías que surgen. Así por ejemplo, Martynenko et al. (2024) realizó un estudio sobre la capacitación y especialización de los peritos en Ucrania y se llega a la conclusión que debería haber una evaluación estricta para que un profesional pueda realizar actividades como perito. También hay esfuerzos para llevar la formación de bases de datos para artefactos forenses (Grajeda et al., 2018) e incluir en esta propuesta el campo del análisis forense digital (Grajeda et al., 2023) lo que podría brindar la posibilidad de tener una capacitación digital que permita a los peritos mejorar sus conocimientos de forma remota según estándares de calidad internacionales.

Las recomendaciones actuales y urgentes están en torno a la certificación de peritos forenses ya que se ha identificado que a pesar los esfuerzos realizados en distintos países para capacitar a los peritos aún faltan normas mínimas obligatorias uniformes para el personal especializado en ciencias forenses esto a pesar del rol fundamental que tienen en las sentencias judiciales (van Ruth y Smithuis, 2019). Existen propuestas sobre normas y reglamentos que rijan la formación forense como la de Dinis-Oliveira et al. (2022) quienes sugieren de manera práctica un Reglamento de la Práctica Profesional de los Especialistas Forenses que pueda aplicarse y adaptarse fácilmente a medicina forense, biología forense, química forense, física forense, matemáticas forense, entre otras especialidades pero indican que deben de realizarse ciertas precisiones en cada campo del

conocimiento para que el perito en formación pueda obtener la certificación que garantice una adecuada formación.

3. Metodología

La presente investigación fue aprobada por el Comité de Ética de la Universidad Privada Norbert Wiener. El diseño que se empleó en la presente investigación tipo aplicado, de diseño no experimental descriptivo, correlacional, de corte transversal. La población estuvo conformada por 200 policías del Instituto de Criminalística de La Dircrí-PNP periodo 2020 que hayan concluido los cursos de especialización online sincrónicos de Identificación humana y Balística Forense en el periodo 2020. El muestreo fue por conveniencia teniendo como criterios de inclusión que fueran de oficiales de la PNP peritos, peritos con más de 1 año de experiencia, que hayan llevado los cursos de la PNP de identificación humana y/o balística y que la PNP los haya certificado como peritos; como criterios de exclusión se consideraron a peritos con menos de 1 año de experiencia, peritos que no hayan obtenido la certificación por la PNP. La muestra fue de 42 policías de los cuales 21 participantes en el curso de Balística Forense y 21 en el curso de Identificación Forense.

La técnica utilizada para el estudio fue la encuesta y el instrumento fue el cuestionario. Se diseñaron dos cuestionarios una para identificación humana (22 ítems) y otro vinculado a identificación balística (22 ítems): Además se tomaron datos vinculados a años de experiencia profesional en la PNP (de 1 a 5 años junior, de 6 a 10 años semi senior y mayor a 10 años senior), sexo, grado (suboficial u oficial), tiempo de servicio y cantidad de cursos llevados vinculados a Criminalística.

Las respuestas a los cuestionarios fueron capturadas empleando un formulario de google. Se realizó el análisis de confiabilidad de los cuestionarios empleando el alfa de Cronbach y la validación por juicio de expertos. Antes de realizar el llenado del cuestionario los participantes firmaron su consentimiento informado de forme libre y voluntaria.

Para valor el nivel de conocimiento se empleó la escala propuesta por la Universidad Nacional Mayor de San Marcos del Perú (2021) en la que se tiene en consideración en nivel vigesimal según se muestra a continuación: a. Excelente 20, 19; b. Muy bueno 18, 17; c. Bueno 16, 15, 14; d. Aprobado 13, 12, 11; e. Desaprobado menor o igual a 10. En la presente investigación se consideró un nivel de conocimiento alto a los que obtuvieron una calificación excelente o muy buena, nivel de conocimiento medio a los que obtuvieron una calificación buena o aprobada y un nivel de conocimiento bajo a los que obtuvieron una calificación desaprobada.

Se realizó un análisis descriptivo de los ítems de los cuestionarios tanto vinculados a balística como a identificación humana, así como también en los peritos capacitados en balística forense se evaluó la experiencia profesional en la PNP, sexo, grado, tiempo de servicio y cantidad de cursos llevados vinculados a Criminalística. También se realizó un análisis inferencial empleando las pruebas de Chi-cuadrado para evaluar los posibles factores asociados al nivel de conocimiento en balística forense.

4. Resultados

Para evaluar la confiabilidad se empleó el Alfa de Cronbach o KR-21 (Fórmula 21 de Kuder-Richardson) empleando el test re-test en una muestra de 10 peritos de la PNP certificados en identificación humana y 10 peritos de la PNP en balística. En el instrumento de identificación humana y balística se obtuvieron un valor de alfa de Cronbach de 0.825 y 0.874 respectivamente. Además, los instrumentos fueron validados por 5 expertos con experiencia en el campo de las Ciencias Criminalísticas y en las evaluaciones vinculadas a identificación humana y balística.

En los peritos capacitados en Balística Forense se evaluaron los factores la experiencia profesional en la PNP, sexo, grado, tiempo de servicio y cantidad de cursos llevados vinculados a Criminalística (Tabla 1). Se observa que la mayor cantidad de peritos (14 peritos -66.67%-) son junior siendo el 21.4% de ellos los que



tiene un nivel de conocimiento alto mientras que los 4 peritos senior (19.05%) tiene nivel de conocimiento medio. Se evaluó a 13 peritos de sexo masculino (61.90%) y a 8 peritos de sexo femenino (38.10%) encontrándose la mayor cantidad de peritos de ambos sexos con un nivel de conocimiento medio. Participaron en el estudio 3 oficiales de la PNP (16.7%) (policías con mayor tiempo de formación) y 18 suboficiales de la PNP (83.3%) teniendo todos los oficiales nivel de conocimiento medio. Con respecto al tiempo de servicio se idéntico que los peritos que trabajaban de 1-5 años tenían un nivel de conocimiento alto (4.76%) mientras que los que trabajaban más de 21 años tenían un nivel de conocimiento medio (14.3%). Al evaluar el valor del χ^2 para identificar la relación entre el nivel de conocimiento y los factores evaluados no se identificó ninguna relación entre ellos ya que el p-value en todos los casos fue mayor a 0.05 por lo que el estudio piloto brinda información preliminar de que no existe una relación entre la experiencia profesional en la PNP, sexo, grado, tiempo de servicio y cantidad de cursos llevados vinculados a Criminalística.

Con respecto al nivel de conocimiento tanto en balística como en identificación humana (Tabla 2) solo el 14.3% (3 peritos) tuvieron un nivel de conocimiento alto en balística como en identificación humana y el 33.3% de los peritos de balística tuvieron un nivel de conocimiento bajo frente al 9.5% de los peritos de identificación humana que también tuvieron un nivel de conocimiento bajo.

Variables			Nivel de Conocimiento			Total	Chi-cuadrado
			Alto	Medio	Bajo		
Nivel de conocimiento	Excelente	fi	1	0	0	1	$\chi^2 = 30.188$ p-value= 0.0000
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%	
	Muy bueno	fi	2	0	0	2	
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%	
	Bueno	fi	0	4	0	4	
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
	Aprobado	fi	0	10	0	10	
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
Desaprobado	fi	0	2	2	4		
	%	0.0%	50.0%	50.0%	100.0%		
Experiencia	Junior	fi	3	10	1	14	$\chi^2 = 4.125$ p-value= 0.3894
		%	21.4%	71.4%	7.1%	100.0%	
	Senior	fi	0	2	1	3	
		%	0.0%	66.7%	33.3%	100.0%	
	Senior	fi	0	4	0	4	
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
Sexo	Masculino	fi	2	11	0	13	$\chi^2 = 3.597$ p-value 0.1656
		%	15.4%	84.6%	0.0%	100.0%	
	Femenino	fi	1	5	2	8	
		%	12.5%	62.5%	25.0%	100.0%	
Grado	Oficial	fi	0	3	0	3	$\chi^2 = 1.094$ p-value= 0.5788
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
	Sub Oficial	fi	3	13	2	18	
		%	16.7%	72.2%	11.1%	100.0%	
Tiempo de trabajo en la PNP	De 1 a 5 años	fi	1	0	0	1	$\chi^2 = 8.817$ p-value= 0.1841
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%	
	De 6 a 10 años	fi	2	6	1	9	
		%	22.2%	66.7%	11.1%	100.0%	
	De 11 a 15 años	fi	0	7	1	8	
		%	0.0%	87.5%	12.5%	100.0%	
Más de 21 años	fi	0	3	0	3		
	%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
Cantidad de cursos realizados	1 curso	fi	1	4	0	5	$\chi^2 = 2.683$ p-value= 0.8474
		%	20.0%	80.0%	0.0%	100.0%	
	2 cursos	fi	0	4	0	4	
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%	
	3 cursos	fi	1	4	1	6	
		%	16.7%	66.7%	16.7%	100.0%	
	4 cursos	fi	1	4	1	6	
		%	16.7%	66.7%	16.7%	100.0%	
Total		fi	3	16	2	21	
		%	14.3%	76.2%	9.5%	100.0%	

Tabla 1. Factores asociados al nivel de conocimiento sobre balística forense en los peritos de la PNP. Fuente: Elaboración propia.

Variable: Identificación humana			Nivel de conocimiento			Total	Chi-cuadrado	
			Alto	Medio	Bajo			
Niveles	Excelente	fi	1	0	0	1	$\chi^2 =$	42.000
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%		
	Muy bueno	fi	2	0	0	2		
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%		
	Bueno	fi	0	3	0	3		
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
	Aprobado	fi	0	8	0	8		
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
	Desaprobado	fi	0	0	7	7		
		%	0.0%	0.0%	100.0%	100.0%		
Total		fi	3	11	7	21	$p\text{-value} =$	0.0000
		%	14.3%	52.4%	33.3%	100.0%		
Variable: Identificación balística Forense			Nivel de conocimiento			Total	Chi-cuadrado	
			Alto	Medio	Bajo			
Niveles	Excelente	fi	1	0	0	1	$\chi^2 =$	30.188
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%		
	Muy bueno	fi	2	0	0	2		
		%	100.0%	0.0%	0.0%	100.0%		
	Bueno	fi	0	4	0	4		
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
	Aprobado	fi	0	10	0	10		
		%	0.0%	100.0%	0.0%	100.0%		
	Desaprobado	fi	0	2	2	4		
		%	0.0%	50.0%	50.0%	100.0%		
Total		fi	3	16	2	21	$p\text{-value} =$	0.0000
		%	14.3%	76.2%	9.5%	100.0%		

Tabla 2. Nivel de conocimientos sobre balística forense e identificación humana forense en peritos de la PNP. Fuente: Elaboración propia.

5. Conclusiones

Fue posible identificar dentro de este estudio que el nivel de conocimiento en balística no está relacionado con la experiencia profesional en la PNP, género, grado (oficial o suboficial), tiempo de servicio y número de cursos tomados relacionados con Criminalística luego de ser capacitados con cursos sincrónicos en línea. Además, el nivel de conocimiento de balística e identificación humana puede ser insuficiente ya que una proposición razonable es que la mayoría de los expertos deberían tener un alto nivel de conocimiento. Sin embargo, con base en este estudio, un alto nivel de conocimiento fue atribuido a la proporción más baja de expertos.

La estrategia de enseñanza en Perú considera los cursos de especialización práctica presencial, no se ha incorporado sistemas sincrónicos en línea u otro diseño semipresencial o virtual; Tal vez, se podrían implementar actividades virtuales que faciliten y demuestren las habilidades deseadas.

Los antecedentes de investigación reportan casos de errores que se dado a lo largo del tiempo, por lo que es muy relevante tomar en consideración los temas de capacitación para lograr interiorizar los sesgos y lograr la cultura de calidad; en esa idea se ha logrado identificar mejoras en aspectos como una máxima prioridad a los sistemas de Inteligencia Artificial IA explicable (XAI) para disipar las preocupaciones sobre la interpretabilidad de los modelos de aprendizaje automático (ML); la integración del aprendizaje activo (aprendizaje invertido, gamificación) en entornos de aprendizaje virtual, la tecnología de realidad virtual y los juegos electrónicos en la enseñanza; una plataforma científica ideal para permitir una amplia difusión del conocimiento, promover el intercambio de pensamientos e ideas y fomentar el diálogo dentro de las disciplinas y a través de los límites disciplinarios; el análisis balístico (AA), como la comparación de marcas de herramientas, la reconstrucción de trayectorias y la identificación de armas de fuego, los algoritmos de aprendizaje automático han demostrado ser prometedores al superar las técnicas convencionales gracias a su capacidad para analizar grandes conjuntos de datos e identificar tendencias mínimas.

Cabe señalar que, al ser un estudio piloto, estos resultados son preliminares y sirven en este momento como insumos para continuar con la investigación e indagación de estrategias alternativas de educación y

capacitación a corto y largo plazo. Hay mucho por hacer entonces en la implementación de sistemas de enseñanza y adaptación de sistemas automatizados y de XIA.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Neyra-Rivera, C., Jauregui Montero, J., Torres Suárez, E. A., Quiroz Mejía, J. M., & Budowle, B. (2026). La formación online en la adquisición de conocimiento en balística e identificación humana forense. *Campus Virtuales*, 15(2), 163-172. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1777>

Referencias

- Bali, A. S., Edmond, G., Ballantyne, K. N., Kemp, R. I., Martire, K. A. (2020). Communicating forensic science opinion: An examination of expert reporting practices. *Science and Justice*, 60(3), 216–224. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2019.12.005>
- Chatterjee, I. (2024). Machine Learning in Forensics: Revolutionizing Firearm Identification And Ballistics Analysis. *Nesu Journal of Forensic Justice*, 3(1), 1–12. <https://www.nist.gov>
- Cuellar, M., Gonzalez, C., & Dror, I. E. (2022). Human and machine similarity judgments in forensic firearm comparisons. *Forensic Science International: Synergy*, 5. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2022.100283>
- Dinis-Oliveira, R. J., Madureira-Carvalho, Á., Fernandes, L., Caldas, I. M., & Azevedo, R. M. S. (2022). The Portuguese Association of Forensic Sciences Model for Forensic Expert Certification: An Urgent Need and Regulation Proposal. *Forensic Sciences*, 2(2), 417-422. <https://doi.org/10.3390/forensicsci2020031>
- Edmond, G., Thompson, M. B., Tangen, J. M. (2014). A guide to interpreting forensic testimony: scientific approaches to fingerprint evidence. *Law, Probability and Risk*, 13(1), pp. 1-25. <https://doi.org/10.1093/lpr/mgt011>
- Friedman, J., Brand, J. (2017). It is Now Up to the Courts: Forensic Science in Criminal Courts: Ensuring Scientific Validity of Feature-Comparison Methods. *Santa Clara Law Review*, 57(2), 367-384. <https://digitalcommons.law.scu.edu/lawreview/vol57/iss2/2>
- Grajeda, C., Berrios, J., Benzo, S., Ogunwobi, E., & Baggili, I. (2023). Expanding digital forensics education with artifact curation and scalable, accessible exercises via the Artifact Genome Project. *Forensic Science International: Digital Investigation*, 45. <https://doi.org/10.1016/j.fsid.2023.301566>
- Grajeda, C., Sanchez, L., Baggili, I., Clark, D., & Breiting, F. (2018). Experience constructing the artifact genome project (agp): managing the domain's knowledge one artifact at a time. *Digital Investigation*, 26, S47-S58.
- Growns, B., Martire, K. A. (2020). Human factors in forensic science: The cognitive mechanisms that underlie forensic feature-comparison expertise. *Forensic Science International: Synergy*, 2, pp. 148–153. <https://doi.org/10.1016/j.fsisyn.2020.05.001>
- INEI. (2021). Estadísticas de Criminalidad, Seguridad Ciudadana y Violencia. Abril-junio 2021. 2021. <https://www.gob.pe/es/i/2970352>
- Laaz, A., Del, M., Domínguez, C., Cristhian, C., Del, E., Almeida, R., Andrea, L., Ochoa, O., Ángel, M., Lascano, R., Josué, D., Moreno, S. A. F., Gavilán, J., & Ruiz-Tagle Fernández, E. (2025). Metodología PBL Aplicada a: Medicina Legal y Análisis Estadístico; Balística y; Audio y Video Forense. <https://repositorio.uide.edu.ec/handle/37000/8191>
- Lu R, Zhao X, Li J, Niu P, Yang B, Wu H, et al. (2020). Genomic characterization and epidemiology of 2019 novel coronavirus: implications for virus origins and receptor binding. *The Lancet*, 395(10224): 565-574.
- Martynenko N. (2024). Areas of modernization of the system of training and certification of forensic experts in Ukraine based on the adaptation of foreign experience. *Forensic sciences research*, 9(4), owae033. <https://doi.org/10.1093/fsr/owae033>
- Mattijssen, E. J. A. T., Witteman, C. L. M., Berger, C. E. H., Brand, N. W., & Stoel, R. D. (2020). Validity and reliability of forensic firearm examiners. *Forensic Science International*, 307, 110112. <https://doi.org/10.1016/J.FORSCIINT.2019.110112>
- Natareno, I. (2018) La comunicación semiológica en la escena del crimen y los peritos forenses en un asesinato. *Gaceta Internacional de Ciencias Forenses*, 29, pp. 5-12. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=6642430>
- Ramos Ruiz, C. A. (2019). Formación académica y capacitación fundamentales para el desempeño eficiente de los comisarios de la Policía Nacional del Perú en la gestión de las comisarias. El caso del Rímac en el año 2014. (Tesis de maestría). Lima (Perú): Pontificia Universidad Católica del Perú. (<http://hdl.handle.net/20.500.12404/8110>).
- Reglamento general de evaluación del aprendizaje de estudiantes de pregrado (Resolución Rectoral N° 007510-2021-R/UNMSM). Lima, Perú: Vicerrectorado Académico. <https://viceacademico.unmsm.edu.pe/wp-content/uploads/2022/03/Reglamento-General-de-evaluacion-de-Aprendizajes-de-Estudiantes-de-Pregrado.pdf>
- Risinger, D. M., Saks, M. J., Thompson, W. C., & Rosenthal, R. (2002). The Daubert/Kumho implications of observer effects in forensic science: Hidden problems of expectation and suggestion. *California Law Review*, 90(1), 1–56. <https://doi.org/10.2307/3481305>
- Saks, A. M., Koehler, J. (2005). The coming paradigm shift in forensic identification science. *Science*, 309, pp. 892–895. <https://doi.org/10.1126/science.1111565>

- Sosa Reyes, A. M. (2017). From the laboratory to the court: Teaching science to forensic science students. *Educación Química*, 28(4), pp. 238–245. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2017.09.001>
- Sosa-Reyes, A. M., Villavicencio-Queijeiro, A., Suzuri-Hernández, L. J. (2022). Interdisciplinary approaches to the teaching of forensic science in the Forensic Science Undergraduate Program of the National Autonomous University of Mexico, before and after COVID-19. *Science and Justice*, 62(6), pp. 676–690. <https://doi.org/10.1016/j.scijus.2022.08.006>
- Tejada, J., Navío, A. (2005). El desarrollo y la gestión de competencias profesionales: una mirada desde la formación. *Revista Iberoamericana de Educación*, 37(2), pp. 1-16. <https://doi.org/10.35362/rie3722719>
- Tidy, H., Fournet, C. (2022). Special Issue: The future of teaching, training and learning in forensic and crime sciences. *Science & Justice*, 62(6), 667. <https://doi.org/10.1016/J.SCIJUS.2022.09.002>
- van Ruth, E.M., Smithuis, M.M.A. (2019). Sobre la experiencia en ciencias forenses. En: Patrick, P.L., Schmid, M.S., Zwaan, K. (eds) *Análisis lingüístico para la determinación del origen*. *Política Lingüística*, vol. 16. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-319-79003-9_14
- Vázquez, C. (2022). Presentación de la traducción al castellano del informe del PCAST sobre la ciencia forense en los tribunales penales. *Revista Internacional Sobre Razonamiento Probatorio*, 3, pp. 1-196. DOI: 10.33115/udg_bib/qf.i3.22743
- Ward, T., Edmond, G., Martire, K. A., Wortley, N. (2017). Forensic science, reliability and scientific validity: Advice from America. *Criminal Law Review*, 5, pp. 357–378.



Impact of Digital Tools on Teaching Practices in Early and Primary Education in Paraguay

Impacto de las herramientas digitales en las prácticas de enseñanza en la educación inicial y primaria en Paraguay

Marina Raquel Báez-Domínguez¹, Moussa Boumadan-Hamed¹,
Melchor Gómez-García¹, Leticia Paola Fracchia-Ginzo²

¹ Universidad Autónoma de Madrid, Spain

² Universidad Nacional de Asunción, Paraguay

marina.baez@estudiante.uam.es , moussa.boumadan@uam.es , melchor.gomez@uam.es ,
leti.fracchia@gmail.com

ABSTRACT. This study analyzes the use of digital tools in teaching practices at the early and primary education levels in Paraguay, focusing on six key areas: professional engagement, digital content, teaching and learning, assessment and feedback, student empowerment, and the development of digital competence. Using a causal model based on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM), a survey was administered to teachers working at these educational levels.

The results show that digital tools improve professional organization, foster collaboration, and increase teaching productivity. Advances were also observed in the selection and organization of appropriate digital content for the classroom. However, challenges remain in the assessment of learning and in teaching digital ethics and safety.

The study reveals a positive integration of technology into teaching practices and its impact on educational quality. Nonetheless, it emphasizes the need for greater support for teachers to ensure the ethical and safe use of digital tools.

This research provides a model for understanding the factors that facilitate the integration of technologies into teaching, and highlights the importance of continuous professional development in digital competencies. It underscores that maximizing the impact of technology in education requires addressing both emerging opportunities and technological challenges.

RESUMEN. This study analyzes the use of digital tools in teaching practices at the early and primary education levels in Paraguay, focusing on six key areas: professional engagement, digital content, teaching and learning, assessment and feedback, student empowerment, and the development of digital competence. Using a causal model based on partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM), a survey was administered to teachers working at these educational levels.

The results show that digital tools improve professional organization, foster collaboration, and increase teaching productivity. Advances were also observed in the selection and organization of appropriate digital content for the classroom. However, challenges remain in the assessment of learning and in teaching digital ethics and safety.

The study reveals a positive integration of technology into teaching practices and its impact on educational quality. Nonetheless, it emphasizes the need for greater support for teachers to ensure the ethical and safe use of digital tools.

This research provides a model for understanding the factors that facilitate the integration of technologies into teaching, and highlights the importance of continuous professional development in digital competencies. It underscores that maximizing the impact of technology in education requires addressing both emerging opportunities and technological challenges.

KEYWORDS: Early childhood education, Primary education, Digital tools, Ethics and safety, Digital competencies, Teaching productivity.

PALABRAS CLAVE: Educación inicial, Educación primaria, Herramientas digitales, Ética y seguridad, Competencias digitales, Productividad docente.

1. Introduction

Early and primary education in Paraguay faces constant challenges in a world marked by digital transformation and mass access to information. In this context, integrating digital tools into teaching practices becomes essential to meet the demands of the 21st century. However, this adaptation process faces obstacles such as limited technological infrastructure, insufficient teacher training, and resistance to innovation, which hinder the full adoption of information and communication technologies (ICT) in education.

The integration of digital tools into teaching involves more than just access to technology; it also requires the development of specific competencies for their effective use. These competencies enable teachers to organize their work, select relevant content, innovate teaching strategies, and conduct comprehensive student assessments. According to Mishra and Koehler (2006) and their TPACK model (Technological Pedagogical Content Knowledge), the impact of digital tools depends on how they are used to transform pedagogical practices. Complementarily, Fullan and Langworthy (2014) argue that teachers' attitudes toward technological innovation and the surrounding environment are decisive for the successful adoption of ICT.

In Paraguay, early and primary education has begun to incorporate digital tools; however, significant challenges persist. According to Martínez and Gómez (2019), many teachers lack sufficient training to use technologies ethically, creatively, and effectively in the classroom. Moreover, factors such as unequal access to technological resources and inadequate infrastructure negatively affect the implementation of these tools in the teaching-learning process.

López and Fernández (2021) emphasize that the use of technologies in primary education can enhance learning if properly integrated into teaching practices. In this regard, the present study analyzes the impact of digital tools in six key areas: professional engagement, digital content, teaching and learning, assessment and feedback, student empowerment, and development of digital competencies. For this purpose, the study employs partial least squares structural equation modeling (PLS-SEM), a methodology that enables the analysis of complex relationships and the evaluation of the impact of various variables on digital education.

One of the main benefits of using digital tools is the improvement in teaching productivity and the transformation of instructional methodologies. According to Rodríguez and Sánchez (2020), the effectiveness of these tools largely depends on the development of specific teacher competencies, such as the ability to organize content, foster active learning, and apply innovative assessment methods. These authors also highlight the importance of instilling ethical values in the use of technology to ensure responsible application.

The relationship between digital competencies and the integration of technologies in the classroom has been widely studied. Núñez, Castro, and Herrera (2021) point out that teachers in Paraguay demonstrate strengths in professional organization and the selection of appropriate digital content. However, deficiencies remain in student assessment and the teaching of digital ethics and safety—key aspects for the responsible use of ICT.

Another critical factor in the integration of digital tools is the external environment. According to Pérez and Ramírez (2018), deficient technological infrastructure and unequal access to devices limit teachers' capacity to implement innovative solutions uniformly. Furthermore, the lack of ongoing training in digital competencies poses a major challenge, as many teachers lack the necessary skills to fully leverage ICT in the classroom.

Theoretically, this study is grounded in principles that highlight the importance of teacher training and innovation in the educational context. As noted by Mishra and Koehler (2006) and Fullan and Langworthy (2014), successful adoption of technologies depends not only on teacher attitudes but also on environmental conditions. This implies that beyond providing access to technology, it is essential to foster a culture of continuous learning and an open mindset toward innovation.



This research underscores the importance of digital tools in improving educational quality, emphasizing that effective integration requires a comprehensive approach that combines teacher competency development, strengthening of technological infrastructure, and implementation of clear educational policies. The study not only provides a model to understand the factors influencing the adoption of technologies in early and primary education in Paraguay but also highlights the need for continuous professional development to ensure teachers are prepared to face emerging technological challenges.

Thus, it is reaffirmed that digital tools have a transformative impact on teaching, but their full potential can only be realized if both internal and external barriers faced by teachers are addressed collectively. Pérez and Ramírez (2018) argue that this requires a collective commitment among educational institutions, policymakers, and educators themselves to build a more innovative, inclusive, and ethical educational future. In this sense, collaboration among these actors is essential to overcome structural limitations and ensure the effective integration of technology in the classroom.

The PLS-SEM model used in this study allows for the analysis of how different variables—such as digital competencies, teacher attitudes, and external conditions—interact to determine the impact of digital tools on teaching. This methodology is particularly useful for identifying not only the factors that promote technology integration but also those that represent barriers.

2. Theoretical Framework

The conceptual model of this study is based on the evaluation of six key areas, which allow for a comprehensive analysis of the impact of digital tools on teaching practices in early and primary education in Paraguay. Each of these areas, as defined by the European DigCompEdu framework, is detailed below:

Professional Engagement:

Teachers' professional engagement is fundamental for the successful adoption of digital tools in teaching. In the context of early and primary education, teachers must use technologies not only to improve the organization of their work but also to strengthen their pedagogical strategies and motivate students. According to Ramírez et al. (2023), digital tools facilitate planning and teacher collaboration, enhancing teaching quality and allowing for more efficient classroom management. Furthermore, continuous learning in technology is essential to meet the challenges of education in the digital age (Fernández & Pérez, 2023).

Digital Content:

The selection and organization of digital content play a crucial role in educational quality, especially in early and primary education, where it is necessary to provide materials appropriate for each stage of child development. Research conducted in Paraguay identified that curating digital content allows for personalized teaching and better alignment with students' interests. According to Martínez & Suárez (2023), digital content should be selected for its relevance and its ability to foster interactive and autonomous learning. Teachers who integrate these resources into digital platforms offer their students flexible and equitable access to educational materials (Gutiérrez et al., 2023).

Teaching and Learning:

Teaching and learning in digital environments require pedagogical strategies that promote active student participation. In early and primary education, teachers have begun using methods such as game-based learning and digital collaboration to enhance children's motivation and performance. López et al. (2023) highlight that digital tools allow for the design of more flexible and participatory educational activities, promoting interaction between teachers and students. Moreover, online learning platforms facilitate the adaptation of teaching to each child's individual needs, improving educational inclusion (Torres & Ramírez, 2023).

Assessment and Feedback:

The use of digital tools transforms assessment and feedback in early and primary education by enabling more precise and continuous tracking of student learning. Pérez et al. (2023) note that digital assessments support a formative approach, where feedback is immediate and personalized, helping students correct mistakes and improve their performance. Additionally, digital platforms offer transparency in the assessment process, ensuring greater equity in grading.

Student Empowerment:

Empowering students in early and primary education involves providing them with digital tools that enable them to explore, learn, and develop their creativity autonomously. According to Gómez et al. (2023), digital technologies facilitate access to information, content creation, and collaboration among students, fostering more active and meaningful learning.

Development of Students' Digital Competence:

This process involves promoting skills ranging from the technical handling of tools to critical and ethical digital literacy. The development of digital competence is structured across various dimensions, such as technological fluency, learning-knowledge, and digital citizenship. Recent studies show significant progress in these areas through educational intervention projects, although the dimension of digital citizenship remains the most complex to address at early and primary education levels.

Causal Model and Relationship Between Factors:

In the proposed model (Figure 1), the analyzed factors are interconnected and mutually influential. Professional engagement and a positive attitude toward ICT foster the integration of digital content into teaching practice. The ability to manage digital tools enhances the teaching-learning process, improves assessment and feedback, and contributes to student empowerment. According to Venkatesh et al.'s (2003) intention-based model, a teacher's intention to incorporate ICT is a key factor in its effective adoption.

Studying these factors and their interaction will help to understand how teachers' digital competence impacts the quality of teaching in early and primary education, providing a foundation for designing strategies that promote the efficient use of technologies in the classroom.

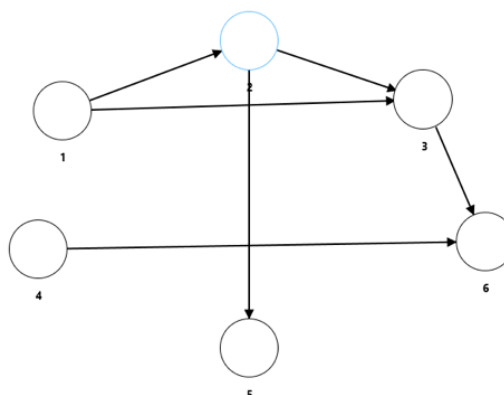


Figure 1. Proposed Hypothesis Model. Source: Own elaboration.

3. Method

This study adopts a non-experimental quantitative design based on a survey to examine the digital

competence of early education teachers in Paraguay. The sampling was non-probabilistic, and a group of 100 teachers was contacted through email addresses obtained from educational institutions within Paraguay's Educational System. In the end, a sample of 80 teachers was obtained, of which 58.6% ($n = 42$) were women and 47.4% ($n = 38$) were men. The average age of female teachers was 48.15 ± 9.57 years, and for male teachers, 49.61 ± 29.53 years.

The teachers came from various fields of knowledge, allowing for a broad and representative view of the use of digital technologies in early and primary education. The fields of knowledge were as follows:

Education Sciences: This field includes teacher training and the development of pedagogical strategies for teaching at early and primary levels. It involves specific didactics for each stage of child development, educational psychology, and school management. In Paraguay, the integration of digital technologies in this area is key for innovating teaching methodologies, enabling the creation of interactive materials and promoting more dynamic and participatory learning experiences for children.

Health and Wellness Sciences: This field comprises disciplines such as physical education, nutrition, and child psychology, which are essential for the comprehensive development of school-aged children. In Paraguay, digital tools have facilitated the teaching of healthy habits, promoting the physical and emotional well-being of students. Applications and interactive platforms allow teachers to address topics such as healthy eating, hygiene, and physical activity in a way that is attractive and accessible to children.

Exact and Natural Sciences: This field includes subjects like mathematics, natural sciences, and environmental knowledge. In early and primary education, digital technologies allow for the exploration of concepts through simulations, educational games, and visual resources that help students understand natural phenomena and mathematical principles. In Paraguay, incorporating these tools in the classroom has proven effective in motivating students and improving performance in these subjects.

Artistic and Creative Expression: This field includes music, dance, theater, visual arts, and design. Technology has opened new possibilities for the development of creativity in children, allowing them to experiment with different digital formats and tools. In early and primary education in Paraguay, teachers have incorporated applications for digital drawing, video editing, and music production, fostering artistic expression and creative skills from an early age.

The use of digital technologies in early and primary education in Paraguay has enriched teaching across various fields of knowledge, promoting more dynamic and inclusive learning experiences for students.

Ethical Considerations

Before completing the online questionnaire, participants were informed about the purpose of the study, ensuring the confidentiality and anonymity of their responses. Participation was completely voluntary, allowing teachers to decide whether to participate or withdraw at any time without consequence. To protect respondents' privacy, data collection was conducted anonymously, avoiding the collection of any information that could compromise their identity.

Instrument

The instrument used was designed to measure the digital competence of teachers in early and primary education within the context of their research work with ICT. A questionnaire was developed, including 42 questions distributed across 6 key dimensions (Table 1):

1. Professional engagement
2. Digital content
3. Teaching and learning
4. Assessment and feedback
5. Student empowerment

6. Development of students' digital competence

DIMENSIONS	Codes	Descriptions
DIMENSION 1. Professional Engagement	D1_1	I regularly use digital technologies to participate in professional development activities.
	D1_2	I frequently collaborate with colleagues using digital platforms to share ideas and educational resources.
	D1_3	I use digital tools to organize and plan my classes effectively.
	D1_4	I have a good understanding of practices to protect personal data in the digital environments I use.
	D1_5	Digital technologies have improved communication with my students' parents or guardians.
	D1_6	Digital tools have allowed me to increase my productivity in the educational field.
	D1_7	I consider digital technologies essential for my long-term professional development.
DIMENSION 2. Digital Content	D2_8	I select digital resources based on their relevance and suitability for my classes.
	D2_9	I frequently create or modify digital resources to suit the specific needs of my students.
	D2_10	I share digital resources with other teachers through online platforms or repositories.
	D2_11	I am aware of copyright and the licenses associated with the digital resources I use.
	D2_12	I use digital tools to efficiently organize and manage educational resources in my teaching.
	D2_13	I effectively integrate interactive digital resources, such as videos or simulations, into my classes.
	D2_14	I encounter few difficulties when adapting digital resources to meet my students' needs.
DIMENSION 3. Teaching and Learning	D3_15	I regularly design teaching activities that integrate digital tools.
	D3_16	I use digital technologies to personalize my classes according to the individual needs of my students.
	D3_17	Digital tools allow me to encourage greater student participation in class.
	D3_18	I organize virtual learning environments that are accessible and motivating for my students.
	D3_19	I use digital platforms to effectively manage my students' assignments and projects.
	D3_20	Digital technologies have improved my ability to interact with my students outside the classroom.
	D3_21	I constantly evaluate the effectiveness of digital tools in improving my teaching practices.
DIMENSION 4. Assessment and Feedback	D3_22	I regularly use digital tools to assess student progress.
	D3_23	I conduct both formative and summative assessments through digital platforms.
	D3_24	I provide feedback to students using digital tools.
	D3_25	I use data collected through digital assessments to improve my teaching methods.
	D3_26	My students engage in self-assessment or peer assessment processes using digital technologies.
	D3_27	I believe that digital assessments accurately reflect student progress.
	D3_28	Digital technologies have significantly facilitated my assessment processes.
DIMENSION 5. Student Empowerment	D3_29	I use digital tools to promote student autonomy in their learning process.
	D3_30	Digital technologies allow me to adapt my teaching to the different learning paces and styles of my students.
	D3_31	I encourage collaboration among students through digital platforms.
	D3_32	I facilitate independent student work through the use of digital technologies.
	D3_33	I use digital tools to motivate students' active participation in classroom activities.
	D3_34	Digital technologies allow me to better support students with special educational needs or at risk of exclusion.
	D3_35	I assess that the use of digital technologies has increased student empowerment and motivation.

DIMENSION. 6. Development of Students' Digital Competence	D3_36	I help my students develop skills to search for, evaluate, and use information in digital environments.
	D3_37	I teach students about online safety and the protection of their personal data through digital tools.
	D3_38	I encourage my students to create and edit digital content.
	D3_39	I promote ethical and responsible behavior in students' use of digital technologies.
	D3_40	My students use digital technologies to solve technical problems and acquire new digital skills.
	D3_41	I organize activities in which students use technologies to communicate and share ideas effectively.
	D3_42	I monitor my students' progress in developing their digital competences.

Table 1. Dimensions, Codes and Descriptions. Source: Own elaboration.

Each item was rated using a 5-point Likert scale with the following response options:

- 1: Strongly agree
- 2: Agree
- 3: Neither agree nor disagree
- 4: Disagree
- 5: Strongly disagree

Examples of questions:

- For the Professional Engagement dimension:
I regularly use digital technologies to participate in professional development activities.
- For the Digital Content dimension:
"I believe that digital content improves the quality of the teaching and research I conduct."
- For the Teaching and Learning dimension:
"Digital technologies enhance my ability to teach and interact with students in the research context."
- For the Assessment and Feedback dimension:
"I use digital tools to assess students and provide feedback on research assignments."
- For the Student Empowerment dimension:
"I encourage students to develop their digital competencies through the use of ICT in research activities."
- For the Development of Students' Digital Competence dimension:
I help my students develop skills to search for, evaluate, and use information in digital environments.

Data Analysis Procedure and Techniques

Data analysis was conducted using the partial least squares (PLS) method, which is part of structural equation modeling. This approach allows for the analysis of both the measurement model (assessment of the reliability and validity of underlying factors) and the structural model (relationships between variables).

The steps followed were:

1. Internal consistency evaluation of the instrument:

The Cronbach's alpha coefficient was calculated to assess the reliability of each factor, with a minimum acceptable value of 0.70.

Composite reliability (CR) and item loadings were also evaluated, which should be above 0.707 to indicate good reliability.

2. Convergent validity:

The average variance extracted (AVE) was calculated for each factor. An AVE value above 0.50 indicates good convergent validity.

3. Discriminant validity:

Three types of analysis were used to assess discriminant validity:

- The Fornell-Larcker criterion, which states that the square root of the AVE of a factor should be greater than the correlation between that factor and others.
- The HTMT index (heterotrait-monotrait ratio of correlations), where a value below 0.85 is adequate.
- Analysis of item loadings to ensure that each item is correctly associated with its corresponding factor.

4. Structural model evaluation:

- The amount of variance explained in the endogenous variables (such as Professional Engagement, Digital Content, Teaching and Learning, Assessment and Feedback, Student Empowerment, and Development of Students' Digital Competence) was evaluated using the R^2 coefficient.
- Significance testing was performed using the bootstrap method, evaluating whether path coefficients were significantly different from zero using the Student's t -value.
- Finally, model fit was assessed using the standardized root mean square residual (SRMR), considered adequate if the value is below 0.08 (Hu & Bentler, 1999).

4. Results

Internal Consistency: Table 2 shows the factor loadings of the items, as well as the composite reliability of each resulting factor and their Cronbach's alpha coefficients. Considering the recommended thresholds and statistical values, the items that did not exceed the threshold were removed (D1_5; D1_7; D2_11).

Convergent Validity: Table 3 presents the AVE coefficients for the instrument's factors. As observed, the values obtained for each factor are greater than 0.50, indicating that more than 50% of the variance in teachers' scores on the instrument is explained by its indicators. Therefore, the AVE coefficients for the model factors provide an appropriate level of convergent validity, ranging between 0.635 and 0.735.

Dimension	Item	Loading	Composite Reliability	Cronbach's alpha of each factor
D1: Professional Engagement	D1_1	0.842	0.870	0.867
	D1_2	0.802		
	D1_3	0.874		
	D1_4	0.744		
	D1_6	0.777		
D2: Digital Content	D2_8	0.773	0.877	0.873
	D2_9	0.789		
	D2_10	0.756		
	D2_12	0.848		
	D2_13	0.776		
	D2_14	0.746		
D3: Teaching and Learning	D3_15	0.824	0.907	0.904
	D3_16	0.831		
	D3_17	0.752		
	D3_18	0.873		
	D3_19	0.786		
	D3_21	0.725		



Dimension	Item	Loading	Composite Reliability	Cronbach's alpha of each factor
D4: Assessment and Feedback	D4_22	0.796	0.908	0.901
	D4_23	0.780		
	D4_24	0.777		
	D4_25	0.875		
	D4_26	0.764		
	D4_27	0.726		
	D4_28	0.830		
D5: Student Empowerment	D5_29	0.849	0,942	0,940
	D5_30	0.858		
	D5_31	0.887		
	D5_32	0.904		
	D5_33	0.853		
	D5_34	0.817		
	D5_35	0.829		
D6: Development of Students' Digital Competence	D6_36	0.858	0,928	0,923
	D6_37	0.823		
	D6_38	0.884		
	D7_39	0.725		
	D7_40	0.801		
	D7_41	0.841		
	D7_42	0.857		

Table 2. Internal consistency reliability and composite reliability. Source: Own elaboration.

Average Variance Extracted (AVE)	
Professional Engagement	0.655
Digital Content	0.612
Development of Students' Digital Competence	0.637
Student Empowerment	0.630
Teaching and Learning	0.735
Assessment and Feedback	0.686

Table 3. Convergent Validity. Source: Own elaboration.

Discriminant Validity: This was verified using the Fornell-Larcker criterion, which indicates the degree to which a factor differs from other factors in the instrument, as well as the HTMT ratio. Table 4 presents the first criterion analyzed, where the coefficients highlighted in gray (the square root of the AVE) are greater than the values appearing below the diagonal line.

	Engagement	Content	Competence Development	Empowerment	Teaching	Assessment
Engagement	0.809					
Content	0.793	0.820				
Competence Development	0.745	0.782	0.816			
Empowerment	0.712	0.701	0.811	0.883		
Teaching	0.741	0.722	0.798	0.794	0.866	
Assessment	0.723	0.719	0.782	0.789	0.857	0.828

Table 4. Fornell-Larcker-Criterion. Source: Own elaboration.

Table 5 shows the coefficients obtained for the second criterion analyzed (gray background), all of which exceed the value of 0.85. Both criteria provide further evidence of an appropriate discriminant value for the proposed model.

	Engagement	Content	Competence Development	Empowerment	Teaching	Assessment
Engagement						
Content	0.902					
Competence Development	0.835	0.916				
Empowerment	0.798	0.785	0.898			
Teaching	0.817	0.790	0.886	0.956		
Assessment	0.803	0.792	0.852	0.859	0.930	

Table 5. Heterotrait-Monotrait Ratio (HTMT). Source: Own elaboration.

Additionally, this validity was tested through an analysis of cross-loadings, examining how the items of one latent factor correlate with those of other latent factors, in order to ensure that each item loads significantly on its intended factor rather than on others. In Table 6, the items that correspond to their underlying factor are highlighted to distinguish them from the rest, demonstrating a strong correlation with their respective factor and a weak correlation with the others.

This hierarchical structure reinforces the internal consistency of the model and supports the validity of the instrument used, as the items are correctly grouped within the dimension to which they belong. This detailed analysis of factor loadings confirms that each dimension effectively represents the underlying theoretical constructs. Moreover, these findings contribute to the robustness of the analysis and the interpretation of results, providing a solid foundation for future research or practical applications.

Evaluation of the structural model: In order to determine whether the relationships between the latent factors are significant, the following questions were addressed:

- (1) What percentage of the variance in the endogenous variables is explained by the exogenous variables in the proposed model?
- (2) To what extent do the exogenous variables contribute to predicting the explained variance in the endogenous variables?

To answer the first question, the coefficient of determination (R^2) was used, while for the second, path coefficients were analyzed to assess the causal relationships between the variables.

Figure 2 shows that the latent factors included in the model explain:

- 80.09% of the variance in the Teaching variable,
- 80.06% of the variance in the Intention factor is explained by Empowerment,
- 62.07% of the variance in the Content factor,
- 69.03% of the variance in the Development of Competences variable,
- and finally, the Assessment factor explains 65.09% of the variance.

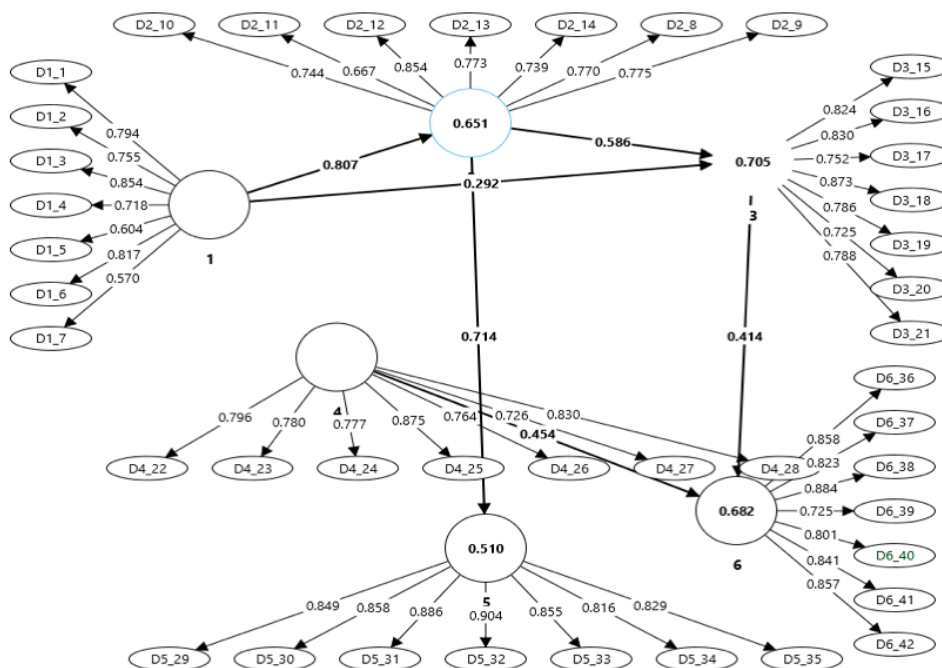


Figure 2. Hypothesized structural results. Source: Own elaboration.

Table 6 stands as a central element in the analysis of the proposed theoretical model, as it clearly and precisely synthesizes the empirical results regarding path weights, significance levels, and effect sizes associated with each hypothesis. This allows for a comprehensive understanding of how the variables are related and the magnitude of the impact each one exerts on the others.

The significance level presented alongside each path is crucial for determining the reliability of the results. By establishing thresholds (such as $p < 0.05$ or $p < 0.01$), the probability that the findings are due to chance is evaluated. A relationship that meets an appropriate significance level provides strong support for accepting the corresponding hypothesis, thereby reinforcing the statistical validity of the model. This indicator not only confirms the existence of the relationship but also helps to rule out possible random fluctuations in the data.

	Engagement	Content	Competence Development	Empowerment	Teaching	Assessment
D1_1	0.842	0.620	0.584	0.533	0.528	0.523
D1_2	0.802	0.560	0.516	0.574	0.622	0.582
D1_3	0.874	0.700	0.634	0.609	0.662	0.641
D1_4	0.744	0.649	0.618	0.554	0.547	0.615
D1_6	0.777	0.660	0.642	0.603	0.632	0.555
D2_8	0.660	0.773	0.590	0.535	0.570	0.561
D2_9	0.551	0.789	0.645	0.484	0.503	0.510
D2_10	0.647	0.756	0.579	0.487	0.545	0.617
D2_12	0.695	0.848	0.712	0.605	0.642	0.617
D2_13	0.642	0.776	0.707	0.612	0.617	0.574
D2_14	0.506	0.746	0.601	0.553	0.490	0.481
D3_15	0.609	0.705	0.824	0.682	0.625	0.613
D3_16	0.542	0.674	0.831	0.610	0.654	0.640
D3_17	0.548	0.610	0.752	0.550	0.604	0.564
D3_18	0.621	0.725	0.873	0.625	0.666	0.640
D3_19	0.617	0.706	0.786	0.626	0.605	0.591
D3_20	0.517	0.475	0.725	0.688	0.666	0.624
D3_21	0.693	0.659	0.788	0.749	0.738	0.694
D4_22	0.648	0.630	0.695	0.796	0.726	0.641
D4_23	0.497	0.487	0.634	0.780	0.645	0.542
D4_24	0.507	0.529	0.678	0.777	0.649	0.595
D4_25	0.693	0.639	0.751	0.875	0.826	0.742
D4_26	0.494	0.542	0.591	0.764	0.662	0.574
D4_27	0.514	0.523	0.578	0.726	0.641	0.593
D4_28	0.567	0.526	0.570	0.830	0.731	0.669
D5_29	0.629	0.652	0.709	0.776	0.849	0.687
D5_30	0.619	0.631	0.743	0.771	0.858	0.678
D5_31	0.737	0.674	0.699	0.736	0.887	0.759
D5_32	0.683	0.642	0.699	0.785	0.904	0.769
D5_33	0.646	0.598	0.736	0.758	0.853	0.801
D5_34	0.571	0.547	0.637	0.716	0.817	0.744
D5_35	0.542	0.574	0.671	0.760	0.829	0.771
D6_36	0.684	0.659	0.734	0.714	0.800	0.858
D6_37	0.551	0.530	0.637	0.606	0.664	0.823
D6_38	0.644	0.640	0.697	0.676	0.736	0.884
D6_39	0.477	0.409	0.503	0.569	0.609	0.725
D6_40	0.592	0.656	0.606	0.668	0.716	0.801
D6_41	0.578	0.580	0.619	0.653	0.736	0.841
D6_42	0.640	0.659	0.707	0.678	0.742	0.857

Table 6. Cross loadings. Source: Own elaboration.

As shown in Table 7, all the hypothesized relationships between the factors proved to be significant. To evaluate the strength of these relationships, the effect size coefficient (f^2) was used, following the procedure proposed by Cohen (1988). This coefficient allows for the interpretation of the magnitude of the effect using the following criteria: a value equal to or less than 0.02 indicates a small effect; a value of 0.15 reflects a medium effect; and a value of 0.35 corresponds to a large effect. In the PLS-SEM analysis, the obtained f^2 values ranged between 0.01 and 0.08, indicating that all observed effects were small. The specific details of the effect sizes for each relationship are presented in Table 7.

Additionally, the model was evaluated using the SRMR criterion (Standardized Root Mean Square Residual), which yielded a coefficient of 0.78—a value below the recommended threshold of 0.8, according to the criteria established by Hu and Bentler (1999). This result suggests that the model demonstrates a good overall fit.

Hypothesis		Path coefficient (β)	t-value	Significance (p-Value)	Effect size (f^2)
H1	1 $\rightarrow$ 2	0.793	28.115	0.000	0.08
H2	1 $\rightarrow$ 3	0.255	2.373	0.018	0.02
H3	2 $\rightarrow$ 3	0.617	5.992	0.000	0.05
H4	2 $\rightarrow$ 5	0.722	15.686	0.000	0.08
H5	3 $\rightarrow$ 6	0.414	3.950	0.000	0.03

Table 7. Summary of hypothesis testing. Source: Own elaboration.

5. Discussion

The results obtained in this study represent an opportunity to deepen the analysis of the impact of digital competences on teaching practices in Early Childhood and Primary Education levels in Paraguay. This research was based on the development and validation of a specific instrument composed of 39 items distributed across six fundamental dimensions. The instrument was designed through an extensive review of the literature, which allowed the identification of key factors influencing the integration of digital technologies in the classroom and provided a robust theoretical foundation for measuring these competences.

The statistical validation of the instrument—supported by criteria of discriminant and convergent validity—ensured the relevance and reliability of the questionnaire. These aspects are aligned with the findings of Fernández and Gómez (2023) and Pérez et al. (2024), offering a valuable resource for both future research and the design of educational policies aimed at strengthening teacher training and practice. Furthermore, this methodological approach has made it possible to grasp the complexity of the technological integration process in education, emphasizing the need for continuous professional development and innovative strategies that respond to the challenges of the digital age.

The results of the study reveal that teachers' professional commitment emerges as a key factor in the adoption and effective use of digital technologies in the classroom. This is evidenced by the positive relationship between teachers' willingness to incorporate technological tools and the effectiveness of these strategies in the teaching-learning process. This finding is consistent with what has been reported by Rodríguez and Martínez (2022) and Gutiérrez et al. (2023), who have pointed out that teachers' attitudes and intentions are fundamental predictors of ICT integration in the educational environment. Intrinsic motivation and the willingness to innovate—even in contexts with infrastructure limitations—enable teachers to overcome technological barriers and transform pedagogical practices, thereby strengthening the teaching process and contributing to the creation of dynamic and adaptive learning environments.

The analysis of the dimension related to digital content and its integration into teaching practices indicates that the appropriate use of technological resources not only facilitates access to updated and diverse information, but also promotes more interactive and participatory pedagogical strategies that foster critical thinking and creativity among students. This is supported by studies such as those by García (2021) and Jiménez and López (2023), which emphasize the importance of combining coherent pedagogical planning with the use of digital tools to transform the educational environment. In this way, the teacher is no longer merely a transmitter of knowledge, but becomes a facilitator of learning. This integration of digital content into teaching is complemented by the need for ongoing training that enables educators to stay current with

technological innovations and to apply methodologies that respond to the challenges of the 21st century.

The study also revealed the positive influence of digital competencies on student empowerment, as the use of technological tools in the classroom fosters the development of essential skills such as autonomy, creativity, and critical thinking. This aligns with research by Vega et al. (2022) and Morales (2023), which highlight that the integration of ICT acts as a catalyst for more meaningful and participatory learning. It allows students to actively engage in the process of knowledge construction while encouraging collaborative interaction with content and the development of competencies that prepare them to face the challenges of an increasingly digital society. This underscores the importance of teacher training not only addressing technical aspects, but also incorporating innovative, student-centered pedagogical strategies.

Data analysis suggests that while teacher commitment and motivation are crucial for ICT integration, contextual and structural factors—such as access to technological resources and available infrastructure—play a significant role in the implementation of digital practices in the classroom. This has been confirmed by studies conducted by Ramírez et al. (2020) and Sánchez and Álvarez (2022) in Latin American contexts. Although the lack of resources can be a challenge, investment in training and ongoing professional development programs is essential for educators to make the most of the opportunities offered by digital technologies. In turn, this drives transformative change in pedagogical practice and contributes to improving educational quality in environments with various limitations. Thus, teacher training becomes a strategic factor that not only helps overcome technical barriers but also fosters a proactive attitude toward innovation and continuous improvement in the teaching process.

Comparing our findings with research from other contexts reveals that the integration of digital competencies into educational practice is a complex phenomenon that involves both individual and structural factors. Studies conducted in European and Asian countries, as well as in various regions of Latin America, have shown that the adoption of ICT in the classroom depends on a combination of teachers' positive attitudes, adequate technological infrastructure, and institutional policies that support ongoing training. This is evidenced in the work of Martínez et al. (2020) and López et al. (2023), who advocate for an integral and multidimensional approach. At the same time, research by Ramírez et al. (2020) and Sánchez and Álvarez (2022) emphasizes the importance of considering socioeconomic and contextual factors to understand variations in the implementation of digital practices. This suggests that the Paraguayan experience is part of a global trend that calls for sustained investment in training and the creation of educational environments that promote the effective use of technology.

It is also important to consider the recommendations of international organizations such as the World Health Organization (WHO) and UNICEF regarding the use of technology in educational settings. These organizations advocate for a balance between the use of digital tools and the need to encourage activities that promote social interaction, play, and experiential learning in children—especially relevant in Early Childhood Education. In this regard, international guidelines stress the importance of regulating screen exposure and designing pedagogical strategies that integrate technology as a complement to traditional methods. This ensures a holistic and balanced development of students and highlights the need for teacher training to include not only technical skills but also pedagogical approaches that enable the ethical and responsible use of ICT in the classroom, contributing to meaningful learning aligned with the challenges of a digital society.

The results of the integration of digital competencies into teaching practice show that it is a complex process which, according to Mishra and Koehler (2006), Puentedura (2006), and Shulman (1986), requires the synergistic combination of content knowledge, pedagogy, and technology. Continuous professional development and strong professional commitment are essential to overcoming technical and structural limitations. These authors compare their findings and emphasize the need for a comprehensive approach that empowers both teachers and students. Recent research, such as that proposed within the TPACK framework and the SAMR model, demonstrates that educational transformation can only be achieved through deep integration that fosters essential 21st-century skills.



From a theoretical standpoint, Mishra and Koehler (2008), Puentedura (2006), and UNESCO (2008) highlight that while the TPACK model emphasizes the intersection of technological, pedagogical, and content knowledge, the SAMR model classifies the use of ICT into levels ranging from substitution to redefinition, focusing on the profound transformation of teaching practices. These theoretical frameworks enable progression from basic technology use to a transformative integration in the classroom. This comprehensive approach shows that investment in infrastructure and ongoing professional development is key to personalizing and modernizing learning.

Furthermore, studies by Niess (2005), Shulman (1986), and Puentedura (2006) show that teacher collaboration and the use of self-assessment tools based on frameworks such as TPACK and DigCompEdu help identify strengths and areas for improvement, enabling educators to adapt and optimize their pedagogical methods. These studies compare various training methodologies and underline the importance of collaborative strategies for professional growth. Empirical evidence supports that collaborative and evaluative training leads to more personalized and effective teaching in increasingly digitalized educational environments.

Finally, experts such as Desmurget (2019), Saavedra (2025), and Ramis Assens (2025) emphasize that innovation in education must be ethical and balanced, comparing excessive use of technology with traditional methods to ensure the holistic development of students. These thinkers agree that redefining the role of the teacher through the strategic integration of digital competencies is essential to address the challenges of the digital age. Thus, the combination of training strategies, adequate infrastructure, and comprehensive policies forms the foundation for transforming education and promoting quality learning in the 21st century.

6. Conclusions

This research highlights the importance of digital assessment and feedback in the teaching-learning process, as these strategies allow instruction to be adapted to the individual pace of students, fostering their autonomy and strengthening their formative process by enabling timely and personalized responses to each student's needs. This translates into a more dynamic and student-centered learning environment, which in turn enhances their ability to explore, interact, and actively construct knowledge within a structured framework guided by the teacher. In doing so, a synergy is established between technology and pedagogy that promotes the holistic development of children and constitutes one of the fundamental pillars of quality education in the 21st century.

In this regard, the intentional and appropriate implementation of digital tools for assessment and feedback emerges as an essential mechanism to identify areas for improvement, adjust teaching strategies, and promote effective communication between teacher and student. These elements, when combined, not only enrich the educational process but also foster an environment conducive to autonomous and collaborative learning. This has been demonstrated in several studies that highlight the importance of digitalization in modern education.

However, the findings of this research also reveal significant challenges that must be addressed to achieve effective integration of these technologies. Chief among them is the need for ongoing and specialized training for teachers, as continuous updating in digital competencies is essential for educators to fully leverage the potential of technological tools and to adopt innovative methodologies that respond to the evolving demands of an ever-changing educational environment.

The limited availability of technological infrastructure in some educational institutions constitutes another critical challenge. Without adequate access to devices and quality internet connections, even the most well-founded digital strategies may be compromised. This underscores the importance of public policies and education policymakers investing in the modernization and expansion of technological resources in schools to ensure equity and support the implementation of technology-based pedagogical practices at all levels—especially in Early Childhood and Primary Education.

Additionally, the use of a non-probabilistic sample in the present study limits the generalizability of the

findings, which opens the door for future research that broadens the scope of analysis by including more representative samples and employing inferential statistical analyses. This would enable a more accurate assessment of the impact of digital competencies on teaching and provide results applicable to diverse educational contexts, thereby reinforcing the validity of the conclusions and offering a strong framework for the development of teacher training policies.

It is essential to recognize that, in a context where the demands of the digital society are becoming increasingly complex, educational institutions and public policy makers must prioritize training in digital competencies. They must ensure that teachers possess the knowledge, strategies, and resources necessary to apply technology appropriately and effectively in the classroom. This not only contributes to improving the quality of education but also fosters the development of essential student skills such as critical thinking, creativity, and problem-solving—abilities that have become indispensable in today's world.

The consolidation of a technology-based educational culture requires a joint commitment involving all actors in the educational system, from authorities and school administrators to teachers and families, with the goal of creating an ecosystem that promotes pedagogical innovation and adaptation to the challenges of the 21st century, where the integration of ICT becomes a driver of change and educational transformation.

This research highlights that digital assessment and feedback are crucial components in adapting teaching to the individual needs of each student, while also strengthening the learning process and empowering children through the intentional use of technological tools. This represents a significant advantage for the holistic development of students. However, in order for these strategies to reach their full potential, it is essential to address challenges related to teacher training and technological infrastructure. A clear and sustained commitment is needed from both educational institutions and policy makers to ensure that the integration of digital competencies becomes a central component of early childhood and primary education in Paraguay, contributing decisively to the construction of a high-quality, innovative educational system adapted to the demands of contemporary society.

Acknowledgments

This scientific article is part of my doctoral thesis, within the Doctoral Program in Education at the Autonomous University of Madrid.

Funding

This research did not receive external funding.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Báez-Domínguez, M. R., Boumadan-Hamed, M., Gómez-García, M., & Fracchia-Ginzo, L. P. (2026). Impact of Digital Tools on Teaching Practices in Early and Primary Education in Paraguay. *Campus Virtuales*, 15(2), 173-189. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1746>

References

- Fernández, M., & Pérez, J. (2023). The importance of continuous learning in the use of digital technologies in primary education. *Journal of Educational Innovation*, 19(1), 45–59.
- Fullan, M., & Langworthy, M. (2014). Towards a new pedagogical framework: Innovation and the transformation of education systems (OECD Education Working Paper No. 101).
- Gómez, S., Ramírez, L., & Torres, A. (2023). Empowering students through digital technologies: A focus on primary education. *Journal of Digital Learning*, 15(3), 140–153.
- Gutiérrez, A., Ramírez, L., & Torres, P. (2023a). Equitable access to digital content in primary education: Challenges and opportunities. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 25(1), 58–72.

Báez-Domínguez, M. R., Boumadan-Hamed, M., Gómez-García, M., & Fracchia-Ginzo, L. P. (2026). Impact of Digital Tools on Teaching Practices in Early and Primary Education in Paraguay. *Campus Virtuales*, 15(2), 173-189. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1746>



- Gutiérrez, A., Ramírez, L., & Torres, P. (2023b). The integration of digital content in primary education in Paraguay: Impact and challenges. *Revista de Innovación Educativa*, 27(2), 101–115.
- Hu, L., & Bentler, P. M. (1999). Cutoff criteria for fit indexes in covariance structure analysis: Conventional criteria versus new alternatives. *Structural Equation Modeling: A Multidisciplinary Journal*, 6(1), 1–55.
- López, F., Rodríguez, M., & Sánchez, J. (2023a). Development of digital competencies in primary education teachers: An analysis in the Paraguayan context. *Journal of Teacher Education and Technology*, 19(3), 142–157.
- López, F., Rodríguez, M., & Sánchez, J. (2023b). Active methodologies and the use of digital tools in primary education: A case study in Paraguay. *Journal of Educational Research*, 21(4), 123–137.
- López, J., & Fernández, L. (2021). Impact of digital tools in primary education: An analysis of integration into teaching practice. *Revista de Investigación y Desarrollo Educativo*, 23(4), 95–112.
- Martínez, A., & Suárez, L. (2023). Digital content curation in primary education: An approach to personalized learning in Paraguay. *Revista de Educación Digital*, 14(3), 32–47.
- Martínez, M., & Gómez, A. (2019). Challenges in the integration of technology in primary education in Paraguay. *Revista Paraguaya de Investigación Educativa*, 15(2), 45–60.
- Mishra, P., & Koehler, M. J. (2006). Technological pedagogical content knowledge: A framework for teacher knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017–1054.
- Núñez, M., Castro, L., & Herrera, F. (2021). Digital competencies and their impact on education in Paraguay: A study of primary school teachers. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa*, 19(3), 125–140.
- Pérez, M., & Ramírez, C. (2018). Technological infrastructure and external conditions in the adoption of ICT in Paraguay: Challenges for teachers. *Journal of Educational Policy and Development*, 12(2), 58–71.
- Pérez, R., Fernández, L., & García, M. (2023). Transformation of assessment and feedback in primary education through the use of digital tools. *Revista de Educación y Tecnología*, 19(2), 87–102.
- Ramírez, C., Fernández, M., & Pérez, J. (2023). Teachers' professional commitment and the integration of digital tools in primary education in Paraguay. *Revista de Innovación y Tecnología Educativa*, 16(2), 67–83.
- Rodríguez, A., & Sánchez, J. (2020). Pedagogical innovation and the use of digital technologies in teaching: Benefits and challenges. *Journal of Educational Technology*, 35(1), 78–92.
- Rodríguez, M., & Martínez, L. (2022). Professional commitment and its relationship with ICT integration in primary education in Paraguay. *Journal of Educational Technology*, 31(4), 122–135.
- Torres, P., & Ramírez, C. (2023). Inclusive learning through digital platforms in primary education: The role of teachers in Paraguay. *Revista Paraguaya de Innovación Educativa*, 17(2), 99–113.
- UNICEF. (2019). Guidelines for the use of technology in early childhood education. <https://www.unicef.org>
- Venkatesh, V., Morris, M. G., Davis, G. B., & Davis, F. D. (2003). User acceptance of information technology: Toward a unified view. *MIS Quarterly*, 27(3), 425–478.
- World Health Organization. (2019). Guidelines on physical activity, sedentary behaviour and sleep for children under 5 years of age. <https://www.who.int>

Desarrollo de la inteligencia emocional digital en alumnado universitario

Development of digital emotional intelligence in university students

Ana Cristina Gómez-Vallarta¹, María Dolores Guzmán-Franco²,
Antonio Daniel García-Rojas²

¹ Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla, México

² Universidad de Huelva, España

anacristina.gomez@upaep.mx , maria.guzman@dedu.uhu.es ,
antonio.garcia@dedu.uhu.es

RESUMEN. El presente estudio tiene como objetivo evaluar el nivel de desarrollo de la Inteligencia Emocional Digital (IED) en el alumnado de la Facultad de Educación, Psicología y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Huelva. Mediante una metodología cuantitativa, se aplicó un cuestionario a una muestra de estudiantes. Los resultados indican que el estudiantado posee un nivel general de IED calificado como regular. En el análisis por dimensiones, la autoconciencia y la conciencia emocional de los otros alcanzaron niveles altos; por el contrario, el autocontrol y la gestión de las relaciones mostraron una puntuación regular. Asimismo, la prueba chi-cuadrado confirmó la existencia de relaciones significativas entre el nivel de IED y las variables de género, horas de conexión y el grado académico cursado. Estos hallazgos subrayan la importancia de implementar estrategias formativas que fortalezcan las competencias digitales emocionales en el entorno universitario.

ABSTRACT. The present study aims to evaluate the development level of Digital Emotional Intelligence (DEI) among students of the Faculty of Education, Psychology, and Sport Sciences at the University of Huelva. Using a quantitative methodology, a questionnaire was administered to a sample of students. The results indicate that the student body possesses an overall level of DEI classified as moderate. In the dimensional analysis, self-awareness and emotional awareness of others reached high levels; conversely, self-control and relationship management showed a moderate score. Furthermore, the chi-square test confirmed the existence of significant relationships between the level of DEI and the variables of gender, hours of connection, and the academic degree pursued. These findings underscore the importance of implementing training strategies that strengthen emotional digital competencies in the university environment.

PALABRAS CLAVE: Tecnología digital, Emociones, Alfabetización digital, Inteligencia emocional digital, Universitarios.

KEYWORDS: Digital technology, Emotions, Digital literacy, Digital emotional intelligence, University students.

1. Introducción

Las plataformas digitales constituyen espacios de alta carga emocional. Diversas investigaciones han demostrado que las emociones adquieren connotaciones específicas en el entorno virtual (Nabi & Myrick, 2023; Serrano-Puche, 2016). Las redes sociodigitales movilizan los afectos de manera distinta al entorno analógico, otorgándoles intensidades singulares y permitiendo nuevas formas de expresión (Cohen & Myrick, 2023). En los últimos años, ha emergido una creciente preocupación por los efectos de estas plataformas en la salud mental, destacando fenómenos como el ciberbullying (Denche-Zamorano et al., 2023), la polarización, los discursos de odio (Serrano-Puche, 2021), la comparación social (Nabi et al., 2023) y la ansiedad (Haidt, 2024).

Ante este escenario, en el marco de la alfabetización digital, el desarrollo de competencias socioemocionales resulta fundamental. Esta investigación propone el concepto de Inteligencia Emocional Digital (IED) como la competencia necesaria para interactuar en estos entornos. Se desarrollan sus dimensiones y subdimensiones, y se describe la elaboración de un instrumento de medición sometido a fases de validación normativa. Finalmente, se presentan los resultados de su aplicación a estudiantes de la Facultad de Educación, Psicología y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte de la Universidad de Huelva, analizando los datos y discutiendo sus implicaciones.

2. Revisión de la literatura

2.1. Cultura juvenil digital

El surgimiento de Internet ha generado modos de comunicación que han roto los paradigmas establecidos por los estudios de la comunicación masiva (Baricco, 2019). Las formas de interacción surgidas de la tecnología digital se caracterizan por la interactividad, la convergencia (Jenkins, 2008), la reticularidad (Castells, 2000), la velocidad e instantaneidad (Orihuela, 2003, citado en Scolari, 2008), la fragmentación, viralidad y fugacidad (Scolari, 2020), entre otras particularidades más, que han roto con los límites impuestos por el tiempo y el espacio. Como menciona Martín-Barbero (2017), se han desterritorializado los saberes y culturas configurando nuevas maneras de entender el mundo.

Los jóvenes nacidos en la última década del siglo pasado y la primera del presente han crecido con este desarrollo tecnológico que ha generado un nuevo ecosistema en donde todos nos desenvolvemos y sin el cual no podemos explicar la vida y cultura de nuestra sociedad actual. Ellos poseen especialmente, según Martín-Barbero (2017), una plasticidad neural que les facilita moverse en este entorno digital. Se mueven entre textos orales, impresos, musicales y audiovisuales. Su lectura del mundo es diferente de la tradicional. Se han modificado las identidades, normas, valores y relaciones interpersonales, sobre todo en el mundo de los jóvenes y los niños.

En la transición de la niñez a la edad adulta, los adolescentes y los jóvenes buscan la afirmación de su identidad a través de la permanencia en grupos con sus pares, a la vez que buscan afirmar su individualidad. Al perseguir este equilibrio, deben buscar cumplir ciertos estándares de consumo y compartir ciertas actividades de los que surgen los lazos de comunicación, identidad y sentido de grupo con sus pares (Octobre, 2019). Apunta Martín-Barbero (2017) que los jóvenes son los habitantes de un país nuevo, el de la cultura digital. Es la primera generación que se define por su carácter tecnológico, como subrayan Gardner & Davis (2013). La mercadotecnia ha sabido comprender y segmentar muy bien este mercado, ofreciendo a los jóvenes productos y consumos que los permiten diferenciarse y construir su identidad con base en ellos. Los estándares que ofrece el mercado es la exaltación de la salud, la estetización, el cultivo de la belleza, la hipersexualización y la erotización. Por otra parte, los jóvenes están rodeados de abundancia en todos los sentidos; productos, experiencias, entretenimiento, información y propuestas culturales (Martín-Barbero, 2017; Octubre, 2019).

En contraste, debido a los continuos cambios, innovaciones, incertidumbre y complejidad que se vive en el mundo de hoy, los jóvenes construyen identidades más flexibles y precarias. Surgen saberes mosaicos, donde



conviven distintos discursos y visiones del mundo. Los jóvenes tienen una nueva manera de vivir el mundo (Martín-Barbero, 2017). Las redes sociales les permiten explorar y expresar su identidad de manera muy personalizada. Además, puede suceder, como apuntan Gardner & Davis (2013) que esa identidad sea poco fiel a la realidad, ya que las posibilidades tecnológicas les permiten editar y controlar qué publicar y qué omitir. Serrano-Puche (2013) subraya que hay una tensión entre la imagen real y la imagen idealizada del usuario. Por ello, afirma que Internet ha reconfigurado nuestra característica más esencial: la relacional. Las relaciones interpersonales se han vuelto más efímeras, transitorias, dinámicas y menos rígidas. Se puede controlar el grado de implicación y eludir el confrontamiento, lo cual no es tan fácil en las relaciones presenciales.

Uno de los efectos de este nuevo modo de relacionarse es que se construyen vínculos poco profundos y duraderos. Los jóvenes se resisten más a arriesgarse, no sólo por la seguridad que les ofrecen las aplicaciones, sino porque cualquier tropiezo dejará huella en su vida digital con consecuencias imprevisibles (Gardner & Davis, 2013). Por otro lado, las características de las plataformas digitales se prestan a la medición y cuantificación, por lo que la imagen que buscan presentar a sus pares es la que busca el éxito inmediato, y como consecuencia, hay poco espacio para la introspección y reflexión. La expresión de la vida personal ha llevado a su espectacularización (Serrano-Puche, 2013).

La expresividad y comunicación están estrechamente ligadas a las emociones. Las redes sociodigitales facilitan y amplifican estas posibilidades. Por ello, Octubre (2019) define estos espacios como espacios regidos por las emociones. La aprobación que recibe el internauta le produce emociones positivas cuando recibe reafirmación y likes. De ahí que también se les llame plataformas dopaminérgicas (Monasterio Astobiza, 2018), debido a la liberación de dopamina que se experimenta al recibir estímulos placenteros.

Ahora bien, el dispositivo por excelencia que los jóvenes utilizan para comunicarse con sus pares es el móvil. Sin embargo, estos dispositivos tienen una función más allá de las utilidades que ofrecen: son objetos simbólicos para expresar su identidad, pensamientos y emociones. Como menciona Vincent (2013), el móvil “se ha convertido en un compendio personal de la vida del usuario que refleja aspectos íntimos de su yo”. Por ello, el apego emocional que se experimenta hacia el dispositivo y las reacciones de ansiedad (nomophobia) cuando se está lejos de él. Señala Serrano-Puche (2015) que es el dispositivo digital con mayor carga emotiva. Hoy, apunta Gómez-Cruz (2022), la conexión es constante; la desconexión es lo que requiere de una decisión activa. Estar disponible en el móvil se ha vuelto casi una obligación social. Márquez (2018) la define como la principal prótesis de nuestro tiempo, una tecnología nómada que siempre llevamos encima.

Existen en el mundo digital diversos fenómenos que están siendo abordados por la investigación. Un tema que ha cobrado gran importancia es el uso de los algoritmos en las principales plataformas digitales. Su aplicación está organizando nuestra visión del mundo e impactando en prácticamente todos los ámbitos: social, político, económico, cultural y personal. Se han convertido en el ADN de la cultura contemporánea (Gómez-Cruz, 2022). Todos los datos que se recopilan y organizan tienen como objetivo optimizar las ganancias económicas. Vivimos en un “capitalismo de vigilancia”, descrito por Zuboff (2020). Hobbs (2020) entiende que esta personalización algorítmica puede tener efectos potencialmente beneficiosos, pero también perjudiciales, ya que puede utilizarse como un medio de propaganda a través de la apelación a las emociones. Señala que una tarea pendiente de las plataformas digitales es la transparencia en la programación de sus algoritmos.

Otro fenómeno analizado es el de la poscensura surgida en el ámbito digital. Se ha generado un clima de enfrentamiento, irritación y polarización permanente debido a la posibilidad de expresarse sin ningún tipo de límites en el espacio virtual. Cuando se escuchan opiniones distintas, se recurre a la ofensa, al linchamiento o se exige el silenciamiento del opositor. Esta situación ha generado un miedo a expresarse por temor a ser objeto del odio de tribus digitales o el temor a ser aislado o excluido. Soto Ivars (2017) lo define como “el fenómeno desordenado de silenciamiento en medio del ruido que provoca la libertad” (p. 12-13). Balick (2023) llama a este hecho “la cultura del cuidado”, que se expresa en la autovigilancia o la vigilancia de grupos opositores sobre lo que es correcto o no expresar en el espacio digital.

Se ha abordado también el tema de la “hiperinflación del presente” o presentismo (Serrano-Puche, 2017) que señala que la velocidad a la que estamos viviendo provoca que se le de mayor importancia a lo instantáneo. Cada información nueva que llega desplaza a la anterior, aunque pueda ser de mayor trascendencia. Esta velocidad impide la escucha atenta y el pensamiento crítico. Hari (2022) por su parte, alerta sobre la pérdida de la capacidad de atención que estamos sufriendo a causa del bombardeo continuo de mensajes y estímulos cognitivos. Debido a la escasez de atención que se vive, los mensajes se envían con una dosis mayor de excitación emocional para así capturar la atención de los usuarios. Goleman (2013) subraya que las personas más enfocadas son las que logran mayor rendimiento y mejor desempeño. Además, la atención facilita la introspección y el entendimiento de nuestras emociones y también ayuda al fortalecimiento de las relaciones interpersonales. Hari (2022) apunta que estamos siendo llevados hacia la superficie y Goleman (2013), por su parte, subraya que “cuanto más distraídos estamos, menor es nuestra capacidad para cultivar formas sutiles de empatía y compasión” (p.117).

Turkle (2017) profundiza en las relaciones interpersonales entre los jóvenes y señala que las pantallas están impidiendo la conversación, la capacidad de escucha, la empatía y el establecimiento de vínculos profundos. El espacio virtual y el entretenimiento continuo impiden conectar verdaderamente con los demás. A través de las conversaciones virtuales se presentan identidades ideales, controladas, que son editadas y retocadas y que evitan el riesgo, pero también la conexión, de una conversación cara a cara. Turkle (2017) resalta que “muchos sorbos de conexión no suman un trago de conversación” (p.50).

2.2. El giro afectivo

A la par de este desarrollo tecnológico, ha surgido en la segunda mitad del siglo XX un renovado interés por el estudio de las emociones al que se le ha llamado “el giro afectivo”. Este concepto emerge con Mónica Greco y Paul Stenner en 2008 con dos propuestas: “el interés en la emocionalización de la vida pública, y el esfuerzo por reconocer la producción de conocimiento encaminado a profundizar en dicha emocionalización” (Lara & Domínguez, 2013, p. 101). Vivimos en una cultura altamente emocional, que penetra todos los ámbitos sociales (Serrano-Puche, 2016). Anteriormente, las emociones se manifestaban en el ámbito privado, pero hoy se exhiben y ventilan abiertamente. Arfuch (2015) define el giro afectivo como “la creciente atención a las emociones como fuente privilegiada de verdad sobre el sujeto” (p. 4). Se ha comprobado que las emociones permean nuestra manera de entender el mundo, nuestras decisiones, recuerdos y percepciones (Ellis & Tucker, 2021).

Ekman (2003), uno de los psicólogos estadounidenses pioneros en el estudio de las emociones, explica que las estas son reacciones necesarias para la supervivencia de la especie. Responden a ciertos estímulos del ambiente para evitar el peligro o para preservar nuestro bienestar. Goleman (1995) señala que “la mente emocional es mucho más veloz que la mente racional” (p. 419). Al cerebro emocional se le conoce también como el cerebro límbico. Ahora bien, el gestor de las emociones en nuestro cerebro se encuentra en el lóbulo prefrontal y es el que se encarga de regular las emociones para dar una respuesta más meditada y controlada. La coordinación entre ambos cerebros es lo que da lugar a la inteligencia emocional. Christakis & Fowler (2010) argumentan que las emociones se contagian y parece ser que las neuronas espejo, ubicadas en el cerebro humano, son la clave de este fenómeno. Ahmed (2015) señala que las emociones no son solo estados psicológicos, sino prácticas culturales que ayudan a cohesionar el cuerpo social formando comunidades afectivas. Berger (2014) por su parte, profundiza en la causa de por qué ciertas emociones se contagian más que otras y descubre dos cualidades que influyen en la propagación de ellas: la valencia (si es positiva o negativa) y la excitación (elevada o baja). Establece que lo que más influye en la propagación de una emoción es sobre todo la excitación elevada, ya sea de valencia positiva o negativa. Esta es una de las razones por las que los mensajes de indignación y odio se propagan mucho más rápido que argumentos razonados o serenos.

2.3. Emociones y plataformas digitales

Octobre (2019) señala que las redes sociodigitales se rigen por un régimen emocional. Privilegian la transmisión y difusión de contenidos emocionales y se forman comunidades afectivas (Serrano-Puche, 2021).



Por su parte, Avery Dennison (2017) asevera que las emociones digitales, aunque son emociones humanas, son influenciadas, aumentadas y expresadas en los entornos virtuales. Serrano-Puche (2016) anota que Internet es una tecnología afectiva que no solo transmite emociones, sino que las moldea y amplifica. Cohen & Myrick (2023) argumentan que los dispositivos tecnológicos tienen ciertas posibilidades (affordances) que dan forma al modo en cómo interactúan los usuarios. Estas características influyen en la modulación de las emociones y señalan las siguientes: interactividad, personalización, accesibilidad, visibilidad y claves sociales que impactan en la regulación y expresión emocional.

Cada vez existen más investigaciones que abordan el estudio de las emociones que los espacios virtuales desencadenan y existe preocupación especialmente por aquellas que están impactando negativamente en los jóvenes. A continuación, se mencionarán brevemente varias de ellas. La desinhibición digital se refiere a que en entorno digital, los internautas están más dispuestos a violar ciertas normas sociales que no se atrevería a infringir de manera presencial. Y las expresiones, sobre todo las de indignación, se amplifican (Crockett, 2017). Por otra parte, el anonimato detrás del cual se ocultan muchos usuarios, los envalentona y disminuye en ellos la percepción de las consecuencias de expresar mayor agresividad y hostilidad. Además, se reduce la empatía al no tener una interacción cara a cara (Skurka & Nabi, 2023).

Por otra parte, la cantidad y accesibilidad a ciertos contenidos intensifica o enfría el grado de experiencia emocional. El exponerse continuamente a mensajes con contenidos de alta excitación acaba generando fatiga emocional en el usuario. Por ello, Serrano-Puche (2017) subraya que el régimen emocional tecnológico es un régimen de intensidades emocionales. En cuanto a la adicción a Internet, Rains & Tokunaga (2023) apuntan que tiene dos componentes: la tolerancia (reducción de la capacidad de reacción frente a estímulos a lo largo del tiempo) y la abstinencia (ansiedad cuando no se está conectado a Internet). Respecto a la ansiedad, Haidt (2024) ha realizado numerosos estudios que relacionan la ansiedad de los adolescentes con el uso de los smartphones y señala cuatro daños que ha traído consigo el uso de los móviles y que han incrementado la ansiedad en los jóvenes: la privación social, la falta de sueño, la fragmentación de la atención y la adicción.

El FoMO (Fear of Missing Out) es otro término muy popular y se explica como un estado de ansiedad definido como la “aprensión generalizada de que otros podrían estar teniendo experiencias gratificantes de las cuales uno está ausente” (Przybylski et al., 2013, p. 1841). Se experimenta como una amenaza para la inclusión social y se clasifica como una forma de ansiedad. En las redes sociales se intensifica por la posibilidad continua de acceder a información actualizada y constante de los pares. La Nomophobia (no mobil phone phobia) es la ansiedad que se experimenta cuando no se tiene cerca el móvil o no se está disponible a través del móvil (Notara et al., 2021). También se ha estudiado el uso problemático de Internet entendido como aquellos comportamientos disfuncionales en su uso que provocan efectos negativos en el ámbito académico, profesional y social (Caplan, 2003). Se ha abordado también el estudio de la autorregulación deficiente como causa de un uso problemático de internet y se refiere a un bajo autocontrol en el uso de las plataformas digitales.

La comparación social es otro fenómeno estudiado, ya que la continua exposición en las redes sociales facilita que la vida de muchas personas pueda ser escrutada y examinada por un público numeroso. Este hecho detona gran cantidad de emociones, tanto de quien se expone como de aquellos que observan, ya que se suscitan continuas comparaciones entre lo que se ve y la propia vida (Nabi et al., 2023). Se puede sentir tristeza, envidia, ansiedad, o esperanza y satisfacción, dependiendo del resultado de la comparación. La dismorfia corporal es otro comportamiento investigado, y que resulta de los patrones estéticos presentados en las redes sociodigitales que idealizan ciertos modelos de vida y modelos corporales que impactan en la autoestima de los jóvenes que se exponen a ellos y que les produce un rechazo hacia su físico y a su estilo de vida (Carlyle et al., 2018). Además, la popularización del uso de filtros estandariza ciertos ideales de belleza que aumenta este rechazo hacia su propio cuerpo (Barker, 2020; Rajanala et al., 2018).

El oversharing, otro fenómeno estudiado, se refiere a la propensión de ciertos internautas de compartir detalles íntimos de la vida personal que ponen en riesgo no solo la seguridad del usuario, sino que la exponen al rechazo o el cyberbullying de quienes los siguen en las plataformas digitales (Shabahang et al., 2022). Otro

comportamiento que ha atraído últimamente numerosas investigaciones es el phubbing, combinación de las palabras phone y snubbing (ignorar en inglés) (Barrios-Borja et al., 2017) y hace referencia al acto de ignorar a otras personas durante una interacción interpersonal para atender el móvil (Roberts & David, 2016). Entre las causas asociadas a esta conducta se mencionan la soledad, un bajo sentido de pertenencia, el FoMO, la adicción, el bajo autocontrol, el aburrimiento, entre otras.

También se ha abordado el estudio del papel de las emociones al momento de seleccionar y compartir la información. Hay estudios que señalan que las personas se exponen a contenidos que sean afines a sus valores y percepciones, lo que provoca un sesgo en la información que reciben, generándose las cámaras de eco o burbujas informativas. También buscan vivir ciertas emociones, dependiendo de su estado emocional (de los Santos & Nabi, 2019). Por otra parte, los usuarios comparten información cuando ésta les provoca fuertes emociones, factor clave en la difusión de los bulos y notas falsas (Skurka & Nabi, 2023). Existen también investigaciones sobre las distintas agresiones en línea como el abuso, el bullying la difamación, la discriminación, el engaño, el acoso sexual, las amenazas, los discursos de odio, entre otros. Fox (2023) señala como posibles causas la desinhibición digital, el anonimato, la falta de empatía y falta de claves sociales del entorno virtual, así como la creencia de que no habrá consecuencias por su comportamiento. Los daños ocasionados a las víctimas van desde leves hasta fatales, como el suicidio. Hay un desgaste emocional muy fuerte entre los que sufren este tipo de agresiones.

El estudio de la depresión también ha sido abordado para entender su relación con el uso de las plataformas digitales. Las investigaciones señalan que esta relación está mediada por múltiples factores, por lo que se ha demostrado su correlación, pero no su causalidad. Se ha comprobado que las personas que dependen mucho de sus redes sociales e invierten mucho tiempo y atención, presentan más síntomas de depresión (Rains & Tokunaga, 2023).

2.4. La alfabetización digital y las competencias socioemocionales

El impacto emocional que las plataformas digitales están teniendo en la vida de los jóvenes plantea la urgencia de incluir, entre las competencias de la alfabetización digital, el desarrollo de las habilidades socioemocionales. Los estudios sobre los diferentes marcos de alfabetización digital que se han propuesto le habían dado prioridad a las competencias tecnológicas e informacionales. En los últimos años, sin embargo, están adquiriendo importancia las competencias socioemocionales (Barrientos-Báez et al., 2021). En 2013 surge una línea de investigación sobre la alfabetización digital, enfocada en las redes sociales, buscando integrar en ella las características propias de estas plataformas digitales. El entorno de las redes sociales posee características que las distinguen de otros medios virtuales, como blogs, wikis, páginas webs, entre otros (Polanco-Levicán & Salvo-Garrido, 2022).

Por su parte, Schreurs & Vandenbosch (2021) subrayan que las redes sociales promueven contenidos más personales y centrados en uno mismo, los cuales fomentan una autopresentación positiva. Por ello, son espacios altamente emocionales, ya que se busca la validación de la identidad que se presenta, pero también la exposición genera vulnerabilidad. De ahí, la importancia de promover la alfabetización en redes sociales, fomentando el desarrollo de competencias socioemocionales, pensamiento crítico, valores éticos y competencias tecnológicas e informacionales. Polanco-Levicán & Salvo-Garrido (2022) señalan que los internautas con un buen nivel de alfabetización en redes sociales experimentan mayores beneficios en su interacción en línea: prestan más atención al contenido positivo que al negativo, no idealizan a las personas que se presentan con sesgo positivo, tienen un buen autoconcepto de sí mismo y presentan versiones positivas de ellos, pero alineadas con quienes son realmente. Además, seleccionan con quién conectan en estos espacios para evitar encuentros dañinos o contenidos perniciosos, conocen los riesgos de la falta de privacidad y son cautelosos al momento de compartir información.

El DQ Institute (2019) propone, dentro de su marco de competencias, el concepto de Inteligencia Emocional Digital, término novedoso dentro de la literatura. La define como “la capacidad de reconocer,



navegar y expresar emociones en las interacciones digitales intrapersonales e interpersonales” (DQ Institute, 2019, p. 14). Toma como modelo el propuesto por Goleman en 1995 para definir la Inteligencia Emocional (Goleman, 1995). A partir de esta propuesta, esta investigación propone un modelo de Inteligencia Emocional Digital (IED), detallando sus dimensiones y subdimensiones.

2.5. Modelo de Inteligencia Emocional Digital

Para elaborar este modelo, se analizaron cuatro de los modelos más importantes de Inteligencia Emocional: El modelo EQ-i de Bar-On (Lopez-Zafra et al., 2014), el modelo IE capacidad actualizado de Mayer y Salovey (Rodrigo-Ruiz et al., 2019), el modelo de rasgo de Petrides y Furnham (Petrides et al., 2016) y el ESCI de Daniel Goleman y Richard Boyatzis (Hay Group, 2011). Los cuatro modelos proponen competencias semejantes ubicadas en distintas dimensiones. Se procedió a escoger aquellas competencias que eran compatibles con el ámbito digital y que estaban respaldadas por la revisión de la literatura. A continuación, se muestra el resultado (Tabla 1).

Dimensión escogida	Dimensiones	Autores
Autoconciencia emocional	Conciencia emocional	Goleman
	Intrapersonal	Bar-on
	Comprensión y análisis de las emociones	Mayers et al
	Percepción, valoración y expresión de las emociones	
	Emotionality	Petrides and Furham
Independencia	Interpersonal	Bar-on
Autocontrol emocional	Regulación emocional	Goleman
	Manejo del estrés	Bar-on
	Regulación reflexiva de las emociones	Mayers et al
	Self-control	Petrides and Furham
Asertividad	Intrapersonal	Bar-on
	Sociability	Petrides and Furham
Adaptabilidad (o flexibilidad para Bar-on)	Regulación emocional	Goleman
	Adaptación o ajuste	Bar-on
	Sociability	Petrides and Furham
Autovaloración positiva (o autoconcepto, para Bar-on)	Regulación Emocional	Goleman
	Intrapersonal	Bar-on
	Well-being	Petrides and Furham
	Sociability	Petrides and Furham
Empatía	Conciencia emocional	Goleman
	Intrapersonal	Bar-on
	Percepción, valoración y expresión de las emociones	Mayers et al
	Comprensión y análisis de las emociones	Mayers et al
	Emotionality	Petrides and Furham
Influencia	Conciencia emocional social	Goleman
	Regulación reflexiva de las emociones	Mayers et al
	Sociability	Petrides and Furham
Desarrollo de los demás (coach and mentor)	Manejo emocional social	Goleman
	Interpersonal	Bar-on
	Emotionality	Petrides and Furham
Gestión de conflictos	Manejo emocional social	Goleman

Tabla 1. Integración de los cuatro modelos de Inteligencia Emocional en dimensiones y competencias. Fuente: Elaboración propia.

Gómez-Vallarta, A. C., Guzmán-Franco, M. D., & García-Rojas, A. D. (2026). Desarrollo de la inteligencia emocional digital en alumnado universitario. *Campus Virtuales*, 15(2), 191-206. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1834>



Una vez seleccionadas las competencias se ordenaron en las cuatro dimensiones propuestas por Goleman (2013b) por considerar que las integran de manera más coherente, quedando el modelo como lo muestra la Figura 1:

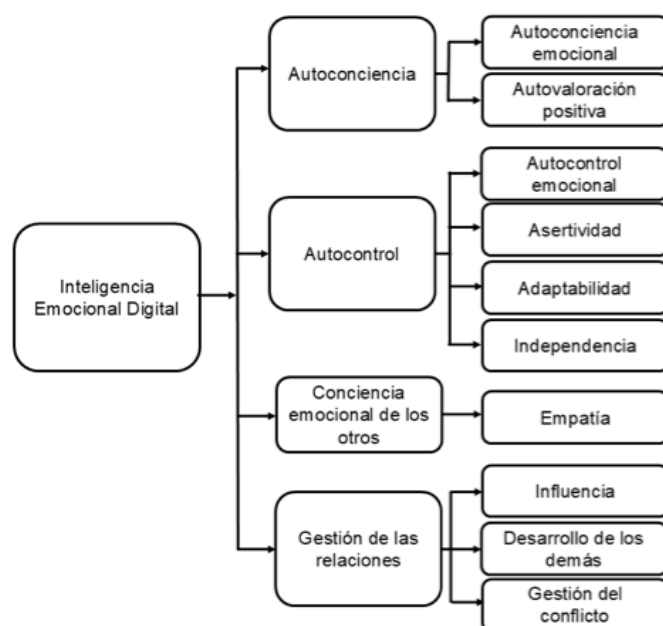


Figura 1. Modelo de Inteligencia Emocional Digital. Fuente: Elaboración propia.

La definición de la Inteligencia Emocional Digital es la siguiente: competencia digital que integra la conciencia sobre las emociones que producen las plataformas digitales y su efecto en la vida cotidiana; la capacidad de gestionarlas para el logro del bienestar personal y de los demás; la capacidad de sentir y manifestar empatía hacia las emociones de los demás, percibidas y manifestadas en línea; y la capacidad de construir vínculos y liderazgo en el entorno digital, generando redes más solidarias, dialógicas y constructivas.

Una vez sustentado el marco teórico de esta investigación, se define su objetivo principal: conocer el nivel de desarrollo de la Inteligencia Emocional Digital del alumnado de la Facultad de Educación, Psicología y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la Universidad de Huelva (UHU).

3. Metodología

Esta investigación es no experimental, transversal, descriptiva y explicativa. Se elaboró un instrumento con metodología cuantitativa (un cuestionario cerrado). Los sujetos de estudio fueron elegidos por conveniencia (la muestra a la que se tuvo acceso) y forman parte del alumnado de la Facultad de Educación, Psicología y Ciencias de la Actividad Física y el Deporte de la UHU, en la ciudad de Huelva, España. La Facultad está integrada por cinco grados: Ciencias de la Actividad Física y el Deporte, Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Social y Psicología.

El instrumento, compuesto inicialmente por 70 ítems, fue sometido a un juicio de expertos; tras corregir las observaciones señaladas, se redujo a 60 ítems. Se aplicó la prueba piloto y después de realizar las pruebas estadísticas y obtener un alfa de Cronbach de buen nivel, se redujeron los ítems a 38. El instrumento se aplicó durante el mes de noviembre de 2024 al alumnado, previa explicación de la finalidad de la investigación y consentimiento para su participación. Se presentó con un código QR que se proyectaba en la pizarra digital y los llevaba a un cuestionario tipo autoinforme, en la plataforma de Google Forms que les permitía contestarlo en su teléfono móvil. Al inicio del cuestionario, se presenta una leyenda donde se especifica la finalidad

académica del instrumento y la confidencialidad de los datos. Se les especifica el tiempo de contestación del instrumento y se les invita a contestar con sinceridad, aclarando que no hay respuestas correctas o incorrectas.

Los ítems estuvieron integrados en tres grandes grupos de preguntas: datos sociodemográficos, hábitos digitales y, el grupo de 38 ítems sobre las dimensiones y subdimensiones de la IED. Los ítems presentaban una escala de Likert con cinco opciones: siempre, frecuentemente, a veces, rara vez y nunca.

Se realizó el cálculo para que la muestra fuera válida y el número necesario era de 342 alumnos. Al ser cinco grados se realizó un muestreo por cuotas. Finalmente, las encuestas aplicadas superaron las cuotas mínimas de cada grado, obteniendo un total de 532 encuestas.

Los datos se descargaron de Google Forms en formato excel y después se trasladaron a SPSS para realizar los procesos estadísticos descriptivos e inferenciales.

4. Resultados

Al momento de realizar el análisis de datos, se sacaron las frecuencias y porcentajes de los factores sociodemográficos y hábitos digitales. Al analizar los resultados de la IED, se utilizó el promedio, la desviación estándar y la asimetría de cada dimensión y subdimensión. Posteriormente, se aplicó la prueba de chi-cuadrado (χ^2) para saber si había alguna relación significativa entre el promedio de las dimensiones y subdimensiones y los factores sociodemográficos y hábitos digitales. En los resultados que salieron positivos, se aplicó la prueba de Kruskal-Wallis para profundizar en la naturaleza de dicha relación, identificando qué factores presentan los valores más altos y cuáles los más bajos.

4.1. Análisis de los resultados estadísticos descriptivos

El promedio de edad de los participantes fue de 20.56 años. El grupo más numeroso se encuentra entre 19 y 20 años, seguido del grupo de 17 a 18 años, después el de 23 a 24 y por último el de 25 años en adelante. Es decir, los participantes pertenecen en su mayoría a los grupos más jóvenes. La población total de los cinco grados fue mayoritariamente femenina (69.5%), seguida de la población masculina (29.5%), y finalmente los que contestaron Otro (género), que representaron el 0.4%. La excepción se dio en el grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, donde la mayoría fueron hombres. Respecto al lugar de origen, el 16.5% viene de poblaciones rurales y el 83.5% viven en poblaciones urbanas.

El promedio de estudios de los participantes fue de 2.4 cuatrimestres. Respecto al grado que estudiaban, el alumnado se distribuyó de la siguiente manera: 34.8% de Educación Primaria, 22.4% de Psicología, 18.8% de Educación Social, 12% de Educación Infantil y 12% de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Sobre sus hábitos digitales los participantes reconocen que pasan de 3 a 6 (58.8%) horas conectados a redes sociales, plataformas digitales, videojuegos o aplicaciones. El grupo que le sigue pasa de 6 a 9 horas (25%), después el de 0 a 3 horas (11.3%) y finalmente el que pasa más de 9 horas conectado (4.9%).

Sobre los dispositivos digitales más del 50% cuenta con móvil (99.6%), ordenador (88.4%) y tableta (51%). El 36.2% cuenta con consola de videojuegos, el 25.3% con reloj digital y el 3.2% con otros dispositivos digitales. Respecto a la conexión digital que utilizan en casa, el 97.7% utiliza Wi-Fi y el 1.3% ninguna. Respecto a cómo acceden a internet en su móvil, el 72.8% tiene plan de datos, el 23.5% accede a una red privada, y el 3.6% accede a través de la red universitaria. El tiempo invertido en el móvil lo utilizan principalmente en el siguiente orden: redes sociales; comunicarse con amigos y familia; entretenimiento; estudio; acceder a información y, finalmente otros usos. Las redes sociales que más utilizan, en orden de mayor a menor, son: Instagram, TikTok, YouTube, Twitch, videojuegos en línea, Facebook y otras.

4.2. Promedio de IED del estudiantado por dimensión y subdimensión

Se obtuvieron los promedios de cada dimensión y subdimensión de la IED. Los resultados muestran que el promedio general del estudiantado es regular (3.45 puntos). Para interpretar el desarrollo de la IED se

establecieron los siguientes parámetros: nivel muy alto, de 4.50 a 5; nivel alto, de 3.50 a 4.49; nivel regular, de 2.50 a 3.49; nivel bajo, de 1.50 a 2.49 y nivel muy bajo, de 1 a 1.49.

En las subdimensiones del autocontrol emocional, adaptabilidad, independencia y gestión de conflictos obtienen una puntuación regular; mientras que en la subdimensión de influencia, su nivel es bajo. En cuanto a las cuatro dimensiones obtienen puntuación alta en autoconciencia y conciencia emocional de los otros, pero una puntuación regular en el autocontrol y la gestión de relaciones. En la siguiente tabla 2 se observan las puntuaciones.

Normas de corrección: Se invirtieron las puntuaciones de los ítems del 7 al 16, y el 20 y 22, quedando de la siguiente manera: 5=1; 4=2; 3=3; 2=4; 1=5, para no afectar al promedio de los resultados, ya que estas preguntas se plantearon en sentido inverso.

Ítems	Núm. de respuestas	Media	Desviación estándar	Asimetría
D_Autoconciencia	531	3.74	.556	-.024
D_Autocontrol	531	3.23	.464	-.188
D_Conciencia emocional de los otros	528	4.22	.546	-.706
D_Gestión de las relaciones	529	3.16	.603	-.095
SD_Autoconciencia emocional	531	3.86	.641	-.194
SD_Autovaloración positiva	531	3.62	.741	-.414
SD_Autocontrol emocional	531	3.12	.652	-.421
SD_Asertividad	529	4.08	.844	-1.017
SD_Adaptabilidad	529	2.79	.928	.237
SD_Independencia	528	3.4	.688	-.067
SD_Empatía	528	4.22	.546	-.706
SD_Influencia	527	1.82	.795	.911
SD_Desarrollo de los demás	529	3.56	.767	-.014
SD_Gestión del conflicto	529	3.4	.814	-.059
Promedio general		3.45		

Tabla 2. Promedio de IED en estudiantes de Huelva por ítem, subdimensión y dimensión. Fuente: Elaboración propia. Interpretación del desarrollo de IED: nivel muy alto, 4.50 a 5; nivel alto, 3.50 a 4.49; nivel regular, 2.50 a 3.49; nivel bajo, 1.50 a 2.49; nivel muy bajo, 1 a 1.49.

Al analizar las subdimensiones y su puntuación en cada dimensión, se observa que, en la dimensión de autoconciencia emocional, los alumnos obtuvieron puntuaciones altas en todas las subdimensiones y en los ítems que las componen, excepto en el ítem “Me gusta cómo soy y lo proyecto en mis redes” en el que obtuvieron una puntuación regular.

En la dimensión del autocontrol, cuyo resultado fue regular, las subdimensiones que puntúan bajo fueron el autocontrol emocional, la adaptabilidad y la independencia. Sin embargo, en la subdimensión de asertividad, puntuaron alto. En cuanto al autocontrol emocional, los participantes reconocen que, a veces, el tiempo que pasan en Internet afecta negativamente a sus obligaciones; que, cuando entran a la red con un propósito, se distraen fácilmente, que pierden horas de sueño por estar conectados, que sufren ansiedad si no tienen su celular cerca o no están conectados, o bien que, a pesar de estar con amigos, consultan continuamente su terminal.

En el área de adaptabilidad, también obtuvieron puntuaciones regulares o bajas: evitan dialogar con personas con puntos de vista diferentes, no consideran que opiniones distintas puedan enriquecerlos y tampoco están muy dispuestos a cambiar sus puntos de vista, aunque les presenten argumentos sólidos. Respecto a la independencia, obtuvieron un nivel regular: se sienten inseguros o molestos si alguien los “deja en visto” y se limitan al expresar sus puntos de vista cuando perciben posturas distintas a las suyas.

En cuanto a la empatía, salieron con una puntuación alta tanto en los ítems como en la dimensión: se alegran por los acontecimientos positivos en la vida de sus amigos; si los ven atravesando un problema, los apoyan con sus palabras y utilizan emojis para manifestar su empatía. Además, evitan sumarse a discursos de odio al ponerse en lugar de los que son atacados, y los problemas que conocen en las redes sociales les generan compasión.

Respecto a la dimensión de gestión de las relaciones, la evaluación fue regular. La subdimensión con el desempeño más bajo es influencia, pues no se consideran líderes digitales ni creen que sus opiniones generen impacto entre sus seguidores. En desarrollo de los demás puntuaron alto, pues apoyan con información o conocimientos si alguien lo solicita; tratan de respaldar a sus amigos en sus actividades en línea y están dispuestos a apoyar en la vida real causas promovidas digitalmente. En esa misma subdimensión, los ítems con resultados regulares fueron sobre su disposición a ser solidarios mediante likes, comentarios, compartiendo publicaciones o utilizando hashtags; y también no manifiestan tanta apertura para compartir lo que saben y apoyar a otros con sus habilidades en línea. Finalmente, en gestión de conflictos obtuvieron una puntuación regular: aunque intervienen si un amigo es atacado y escuchan discusiones para entender el conflicto, no suelen proponer el diálogo y la escucha como vías para resolverlo.

4.3. Prueba chi-cuadrado entre dimensiones, subdimensiones y factores sociodemográficos

A través de la prueba chi-cuadrado, se analizó si había una relación significativa entre las dimensiones y las subdimensiones de la IED respecto a los datos sociodemográficos. Se observa que los factores sociodemográficos que mayor incidencia tienen en el desarrollo de la IED en el alumnado son, en orden de importancia, las horas de conexión, el grado que estudian los alumnos, el género, y muy poco el cuatrimestre y la edad. El factor que no tuvo ninguna incidencia fue el urbano o rural. Los resultados observan en la siguiente tabla (Tabla 3):

	Edad	Género	Urbano/Rural	Cuatrimestre	Grado	Horas de conexión
D. Autoconciencia	0.965	0.281	0.465	0.791	0.047	0.27
D. Autocontrol	0.559	0.063	0.241	0.844	0.036	<0.001
D. Conciencia emocional de los otros	0.108	<0.001	0.467	0.927	<0.001	0.032
D. Gestión de las relaciones	0.399	0.4	0.77	0.984	0.051	<0.001
SD Autoconciencia emocional	0.886	0.025	0.122	0.467	0.094	0.108
SD Autovaloración positiva	0.179	0.213	0.299	0.616	0.127	0.152
SD Autocontrol emocional	0.488	0.477	0.886	0.402	0.183	<0.001
SD Asertividad	0.449	0.786	0.438	<0.001	0.555	0.003
SD Adaptabilidad	0.136	0.024	0.756	0.783	0.454	0.26
SD Independencia	0.129	0.354	0.11	0.417	0.24	0.006
SD Empatía	0.108	<0.001	0.467	0.927	<0.001	0.032
SD Influencia	0.036	0.281	0.451	0.907	0.208	0.233
SD Desarrollo de los demás	0.762	0.043	0.992	0.982	0.006	<0.001
SD Gestión del conflicto	0.724	0.765	0.863	0.903	0.081	0.07

Tabla 3. Prueba chi-cuadrado entre dimensiones, subdimensiones y factores sociodemográficos. Fuente: Elaboración propia. Existe una relación significativa cuando el valor es < .05.

Se analizaron más profundamente las relaciones significativas entre la IED y los factores sociodemográficos. En cuanto a la edad, sólo hay una relación significativa en la subdimensión de la independencia, donde quienes mostraron mayor calificación fueron los de 21 a 22 años. Respecto al género, se obtuvieron relaciones significativas en la dimensión de conciencia emocional de los otros, y las subdimensiones con relaciones

significativas son autoconciencia emocional, empatía y desarrollo de los demás. Al realizar un análisis más detallado a través de la prueba de Kruskal-Wallis, se puede concluir que la población que no se identifica con el género masculino o femenino obtiene una puntuación más alta en la autoconciencia emocional, mientras que las mujeres son quienes mejor puntuaron en la empatía y en el desarrollo de los demás. La relación entre el cuatrimestre y los factores sociodemográficos arrojan los siguientes resultados: solo hay una relación significativa en la subdimensión asertividad, y el alumnado del 2º cuatrimestre, los cuales obtuvieron una puntuación de 5 cerrado (muy alto) mientras que los del 4º cuatrimestre sacaron un 2 (bajo).

En cuanto al grado y el promedio de IED, los resultados muestran una relación significativa en las cuatro dimensiones: autoconciencia, autocontrol, conciencia emocional de los otros y la gestión de las relaciones; y en las siguientes subdimensiones: empatía y desarrollo de los demás. Quienes muestran mayor autoconciencia son los estudiantes de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, seguidos de Educación Infantil, después los de Educación Primaria, luego los de Educación Social y finalmente los de Pedagogía. Respecto al autocontrol, el grado mejor evaluado fue nuevamente Ciencias de la Actividad Física y del Deporte, seguido de Educación Primaria, luego Psicología, después Educación Social y finalmente, Educación Infantil. En cuanto a la Conciencia Emocional de los otros, la mejor puntuación la obtienen el estudiantado de Educación Social, después Educación Infantil, seguido de Psicología, luego los de Educación Primaria y finalmente los de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. En la dimensión de la gestión de relaciones, el grado con mejor puntuación es Educación Infantil, seguido de Educación Social, luego Educación Primaria, después Psicología, y al último, Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. La subdimensión de empatía es la misma puntuación que conciencia emocional de los otros, por lo que se obvia su análisis. Respecto al desarrollo de los demás, la mejor puntuación la obtiene Educación Social, luego Educación Infantil, seguido de Educación Primaria, después Psicología y finalmente Ciencias de la Actividad Física y del Deporte.

Respecto a las horas de conexión y el promedio de IED, los resultados arrojan una relación significativa con dimensiones del autocontrol, la conciencia emocional de los otros, la gestión de relaciones; y con las subdimensiones de autocontrol emocional, asertividad, independencia, empatía y desarrollo de los demás. Quienes obtuvieron una mayor puntuación en Autocontrol fueron quienes se conectan menos tiempo, es decir, de 0 a 3 horas, seguidos por los que se conectan de 3 a 6 horas, luego los de 6 a 9 horas y finalmente los que se conectan 9 horas o más. Es decir, cuanto más tiempo pasan conectados, muestran menor autocontrol. Respecto a la conciencia emocional de los otros, quienes sacaron la puntuación más alta fueron los que pasan menos tiempo conectados, es decir, de 0 a 3 horas, seguidos por los que pasan más tiempo conectados, 9 horas o más, luego los que están conectado de 6 a 9 horas y finalmente los que se conecta de 3 a 6 horas. En cuanto a la gestión de relaciones, los que obtuvieron la mejor puntuación son quienes pasan más tiempo conectados (9 o más horas), seguidos de los que están en línea de 6 a 9 horas, luego los que están de 3 a 6 horas y finalmente los que están de 0 a 3 horas. En la subdimensión de autocontrol emocional se repite el mismo orden que en la dimensión de autocontrol: quienes obtuvieron una mayor puntuación en autocontrol fueron quienes se conectan menos tiempo, es decir, de 0 a 3 horas, seguidos por los que se conectan de 3 a 6 horas, luego los de 6 a 9 horas y finalmente los que se conectan 9 horas o más. En cuanto a la asertividad, los que tuvieron mayor puntaje son quienes están menos tiempo conectados de 0 a 3 horas, seguidos por los que se conectan de 3 a 6 horas, luego los que se conectan 9 horas o más y finalmente los que se conectan de 6 a 9 horas. Respecto a la independencia, quienes mostraron más alto nivel son los que se conectan menos tiempo, de 0 a 3 horas, luego los que se conectan de 3 a 6 horas seguidos de los que se conectan de 6 a 9 horas y finalmente los que se conectan 9 horas o más. Es decir, entre menos tiempo de conexión, más independencia. En la subdimensión de desarrollo de los demás, quienes obtuvieron el mayor puntaje son los que se conectan 9 horas o más, seguidos de los que permanecen de 6 a 9 horas, luego los que están de 3 a 6 horas y finalmente los que se conectan de 0 a 3 horas. Es decir, cuanto más tiempo de conexión, mayor desarrollo de los demás.

5. Conclusiones

Después del análisis de resultados, queda claro que el alumnado de la Facultad de Educación, Psicología y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte tiene áreas de oportunidad para desarrollar más su IED en las



diferentes dimensiones y subdimensiones, ya que alcanzaron un nivel regular en su promedio general de IED. Obtuvieron calificaciones altas en autoconciencia y en empatía, aunque aún pueden subir de nivel. En cuanto a la dimensión de autovaloración positiva, obtuvieron calificaciones un poco más bajas, aunque dentro de un nivel alto. Como menciona Goleman (2025), la autoconciencia emocional es la base de toda la inteligencia emocional porque exige la introspección y comprensión de las propias emociones, así como la conciencia de debilidades y fortalezas, que resulta en el conocimiento realista de uno mismo. Por otro lado, la autovaloración positiva conlleva la aceptación de sí mismo, con sus virtudes y fallas, que se traduce en una sana autoestima (Bar-On, 2006; Petrides, 2009). En cuanto a la subdimensión de la empatía obtuvieron un nivel alto, lo que demuestra que son hábiles para captar las emociones de los demás y manifestar apoyo respecto a los sentimientos de los otros. Goleman (2025) resalta que la empatía es fundamental para generar vínculos sociales profundos.

En contraste, obtienen puntuaciones regulares en autocontrol y gestión de las relaciones. Dentro de las subdimensiones del autocontrol, obtuvieron una calificación regular en el autocontrol emocional, la adaptabilidad y la independencia. La literatura señala que el autocontrol o gestión emocional es básica para evitar un uso problemático de internet como la adicción, el FoMO, el phubbing, la nomofobia, la agresión en línea o la difusión de fake news (Hernández-Pérez, 2019; Mari et al., 2023; Martín Critikián & Medina Núñez, 2021; Nabi et al., 2023; Quaglieri et al., 2022; Rains & Tokunaga, 2023). De ahí que esta competencia debe desarrollarse más. Respecto a la asertividad, obtienen puntajes altos, lo que implica que no utilizan el anonimato para dar opiniones que no dirían frente a frente y no utilizan la pantalla para ocultar su identidad y expresarse con hostilidad (Crockett, 2017; Skurka & Nabi, 2023). Sobre la adaptabilidad, que se entiende como la habilidad para modificar los sentimientos y pensamientos a circunstancias distintas y aceptar otros puntos de vista (Boyatzis, 2025a; Petrides, 2009), obtienen un nivel regular. Es importante, en este aspecto, trabajar su disposición a dialogar con personas que profesan cosmovisiones distintas a las suyas, a ser conscientes que abrirse a puntos de vista distintos puede enriquecerlos y a incrementar su apertura a modificar sus puntos de vista si les dan argumentos suficientes. Esta competencia es muy importante para generar espacios digitales menos polarizados, menos atrincherados en tribus digitales, y más abiertos al diálogo para generar consensos que faciliten la convivencia en la diversidad, base de la democracia (Turkle, 2017).

En cuanto a la independencia, alcanzaron un nivel regular. Es decir, sí se limitan al expresar en redes sociales por el miedo a ser objeto de crítica o cancelación. Este hecho lo señala Soto-Ivars (2017) y le llama “poscensura”. Por su parte, Balick (2023) lo denomina la “cultura del cuidado”, ese clima que impera en el entorno digital e inhibe las opiniones por el temor de ser excluido o atacado. En la gestión de relaciones obtienen un promedio con una puntuación regular, y la subdimensión que más impactó en el promedio fue la de la Influencia, en la que tienen una calificación baja, seguida de la gestión de conflicto, en la que sacaron una puntuación regular, y en el desarrollo de los demás, con una puntuación alta. Respecto a la subdimensión de la influencia, se entiende como la capacidad de tener un impacto positivo en los demás e influir en sus sentimientos. Sin embargo, reconocen que no son líderes digitales. El DQ Institute (2019) señala que existen tres niveles en el desarrollo de las competencias digitales: la ciudadanía digital (habilidad para usar la tecnología de manera segura, responsable y ética); la creatividad digital (habilidad para ser parte del ecosistema y crear nuevo conocimiento, tecnología y contenido para convertir las ideas en realidad); y la competitividad digital (capacidad de resolver desafíos globales, innovar y crear nuevas oportunidades en la economía digital, impulsando el espíritu empresarial, el empleo, crecimiento e impacto). Sin embargo, los jóvenes se encuentran en el primer nivel, al no considerarse influyentes en su entorno digital. En cuanto a la gestión del conflicto, obtienen una puntuación alta. Manifiestan que sí les interesa escuchar puntos de vista diferentes para entender los desacuerdos y suelen intervenir cuando alguien es atacado por su grupo de amigos. En contraste, no suelen intervenir para propiciar el entendimiento cuando existe desacuerdo entre las diferentes comunidades digitales. Una explicación puede ser lo ya descrito por Soto-Ivars (2017) como el fenómeno de la poscensura o por Balick (2023) como la “cultura del cuidado”.

Respecto a la prueba de chi-cuadrado, esta muestra una relación significativa en el género, el grado y las horas de conexión. Sobre la relación entre el género y el promedio de IED, las subdimensiones donde hubo

una relación significativa fueron la autoconciencia emocional, la empatía y el desarrollo de los demás. En el autocontrol emocional, quienes obtuvieron mayor puntaje son los otros y la razón puede ser porque poseen un mayor nivel de introspección respecto a la definición de su identidad. Aunque existen muchas investigaciones que profundizan en la relación entre género e inteligencia emocional, los resultados no son concluyentes. Algunos señalan, como Domínguez Alonso et al. (2022), que las mujeres tienen una mayor conciencia de las emociones, lo que contradice los resultados de esta investigación. Respecto a la empatía, las mujeres obtuvieron el puntaje más alto y este resultado coincide con lo que señala la mayoría de los estudios (Craig et al., 2009; Meshkat & Nejati, 2017; Petrides & Furnham, 2000). En el promedio total, las mujeres salieron ligeramente más altas que los hombres. Ellas con 3.39 y ellos con 3.38. Aunque la diferencia es mínima, coincide con lo que señalan autores como Petrides et al. (2004) y Gartzia et al. (2012) que confirman que las mujeres poseen una inteligencia emocional mayor. Por otro lado, los otros, que no se identifican con el género masculino o femenino, sacaron la mayor puntuación, con 3.5. Este resultado coincide con los que apunta Gartzia et al. (2012), sobre investigaciones que han constatado que las personalidades andróginas obtienen mayor puntaje en inteligencia emocional.

El grado también tiene una relación significativa con el promedio de IED. Se conoce que, según el grado que se estudia, se poseen ciertas características, habilidades y rasgos de temperamento que forman un perfil de la personalidad. Pudiera ser esta la razón por la que el grado tuvo una incidencia en el nivel de IED, ya que existen autores que afirman que, según la personalidad, es el nivel de inteligencia emocional (Arteche et al., 2008; Craig et al., 2009). Sin embargo, esta investigación no hizo pruebas de personalidad.

En cuanto a las horas de conexión, también tuvieron una relación significativa con el promedio de IED. La relación fue muy clara e inversamente proporcional: cuanto más tiempo están en línea, tienen menor autocontrol y mayores posibilidades de caer en usos problemáticos del internet (Caplan, 2003; Rains & Tokunaga, 2023). Sin embargo, cuanto más tiempo pasan en internet, obtienen un nivel mejor de empatía y desarrollo de los demás. Una explicación puede ser que, quien está más tiempo conectado busca más la aprobación y validación social por la dependencia que genera hacia las redes sociales. Sin embargo, esto contradice lo expuesto por Turkle (2017), quien afirma que se es más empático cuanto menos tiempo se pase frente a las pantallas.

Esta investigación aporta una herramienta para poder orientar a los jóvenes sobre sus niveles de desarrollo de la IED y, detalla además, en qué dimensiones y subdimensiones deben trabajar para mejorarla. La finalidad última de esta herramienta es generar conciencia entre ellos para que logren su bienestar emocional en los ambientes digitales, evitando aquellos comportamientos o efectos negativos de su interacción en la red y potenciando aquellos que ayuden a generar ambientes de mayor diálogo, respeto, empatía y solidaridad.

Entre las limitaciones de esta investigación se encuentran las siguientes: el alumnado al que se encuestó sólo pertenece a la Facultad de Educación, Psicología y Ciencias de la Actividad Física y del Deporte. Por otra parte, la muestra fue mayoritariamente femenina. Por ello, estos resultados solo se aplican a la población estudiada. En futuras líneas de investigación se propone ampliar la muestra a estudiantes de otras facultades y lograr mayor equilibrio entre el género de los participantes. Otra línea de investigación puede realizar un estudio donde se aplique un test de personalidad a los participantes a quienes se les haya aplicado el cuestionario de IED, para relacionar ambos resultados y contrastarlos con la literatura.

Agradecimientos

Se agradece el apoyo de Manuel Rico López y Heriberto Vázquez Serna por su apoyo técnico en las pruebas estadísticas.

Financiación

Entidad: Fundación Carolina y Universidad Popular Autónoma del Estado de Puebla (UPAEP)

País: Huelva, España y Puebla, México



Proyecto subvencionado: Becas para doctorado (Fundación Carolina) y Fondo concursable (UPAEP).

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Gómez-Vallarta, A. C., Guzmán-Franco, M. D., & García-Rojas, A. D. (2026). Desarrollo de la inteligencia emocional digital en alumnado universitario. *Campus Virtuales*, 15(2), 191-206. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1834>

Referencias

- Avery Dennison. (2017). Digital Emotional Intelligence. 25. <http://rbis.averydennison.com/content/dam/averydennison/rbis/global/apparel/Documents/Avery-Dennison-Digital-Emotional-Intelligence.pdf>
- Balick, A. (2023). Social Media, Identity, and Careful Culture: How Online Social Networks Limit Identity, Amplify Difference, and Diminish Social Cohesion. *Psychoanalytic Inquiry*, 43(1), 24-35. <https://doi.org/10.1080/07351690.2023.2160190>
- Barico, A. (2019). *The Game*. Anagrama.
- Barrientos-Báez, A., García, Á. P., & Caldevilla-Domínguez, D. (2021). Technological digital literacy: volunteer training. *Investigaciones sobre Lectura*, 2021(15), 95-129. <https://doi.org/10.24310/isl.vi15.12560>
- Barrios-Borja, D. A., Bejar-Ramos, V. A., & Cauchos-Mora, V. S. (2017). Uso excesivo de Smartphones/teléfonos celulares: Phubbing y Nomofobia. *Revista Chilena de Neuro-Psiquiatría*, 55(3), 205-206.
- Berger, J. (2014). Contagioso. Cómo conseguir que tus productos e ideas tengan éxito. (L. Social Dynamics Group, Ed.).
- Caplan, S. E. (2003). Preference for Online Social Interaction: A Theory of Problematic Internet Use and Psychosocial Well-Being. *Communication Research*, 30(6), 625-648. <https://doi.org/10.1177/0093650203257842>
- Carlyle, K. E., Guidry, J. P. D., Williams, K., Tabaa, A., & Perrin, P. B. (2018). Suicide conversations on InstagramTM: contagion or caring? *Journal of Communication in Healthcare*, 11(1), 12-18. <https://doi.org/10.1080/17538068.2018.1436500>
- Castells, M. (2000). *La Sociedad Red*. Alianza Editorial.
- Christakis, N. A., & Fowler, J. H. (2010). *Conectados* (Santillana Editores, Ed.; Primera edición). Taurus.
- Cohen, E. L., & Myrick, J. G. (2023). Emotions and Technological Affordances. En *Emotions in the Digital World* (pp. 1-486). Oxford University Press.
- Crockett, M. J. (2017). Moral outrage in the digital age. En *Nature Human Behaviour* (Vol. 1, Número 11, pp. 769-771). Nature Publishing Group. <https://doi.org/10.1038/s41562-017-0213-3>
- de los Santos, T. M., & Nabi, R. L. (2019). Emotionally Charged: Exploring the Role of Emotion in Online News Information Seeking and Processing. *Journal of Broadcasting and Electronic Media*, 63(1), 39-58. <https://doi.org/10.1080/08838151.2019.1566861>
- Denche-Zamorano, Á., Barrios-Fernandez, S., Galán-Arroyo, C., Sánchez-González, S., Montalva-Valenzuela, F., Castillo-Paredes, A., Rojo-Ramos, J., & Olivares, P. R. (2023). Science Mapping: A Bibliometric Analysis on Cyberbullying and the Psychological Dimensions of the Self. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 20(1). <https://doi.org/10.3390/ijerph20010209>
- DQ Institute. (2019). *DQ Global Standards Report 2019*. <https://www.dqinstitute.org/global-standards/>
- Ekman, P. (2003). El rostro de las emociones. Qué nos revelan las expresiones faciales. RBA Libros.
- Ellis, D., & Tucker, Ian. (2021). Emotions in the digital age. En *Emotions in the digital age*. Routledge.
- Fox, J. (2023). Online Social Aggression: Harassment and Discrimination. En *Emotion in the Digital World* (pp. 1-486). Oxford University Press.
- Gardner, H., & Davis, K. (2013). *The App Generation* (Yale University Press, Ed.). Yale university press.
- Goleman, D. (1995). *La Inteligencia Emocional* (Piolin, Ed.).
- Goleman, D. (2013a). *Foco*.
- Goleman, D. (2013b). *Liderazgo. El poder de la Inteligencia Emocional*. Ediciones B.
- Gómez-Cruz, E. (2022). *Tecnologías vitales* (Puertabierta, Ed.).
- Haidt, J. (2024). *La generación ansiosa*. Deusto.
- Hari, J. (2022). *El valor de la atención*. Península.
- Hay Group. (2011). Emotional and social competency inventory (ESCI) A user guide for accredited practitioners. www.haygroup.com
- Hobbs, R. (2020). Propaganda in an Age of Algorithmic Personalization: Expanding Literacy Research and Practice. *Reading Research Quarterly*, 55(3), 521-533. <https://doi.org/10.1002/rrq.301>
- Jenkins, H. (2008). Convergence culture : la cultura de la convergencia de los medios de comunicacio. Paidó
- Lopez-Zafra, E., Pulido-Martos, M., & Berrios-Martos, M. P. (2014). Adaptación y validación al español del EQ-i (Short Form) en universitarios. *Boletín de Psicología*, 110(Febrero), 21-36. https://www.researchgate.net/publication/260426103_Adaptacion_y_validacion_al_espanol_del_EQ-i_Short_Form_en_universitarios
- Márquez, I. (2018). *Móviles 24/7*. Editorial UOC.
- Martín-Barbero, J. (2017). Jóvenes entre el Palimpsesto y el Hipertexto (C. Feixa & M. Figueras-Maz, Eds.; Primera edición). NED ediciones.

- Monasterio Astobiza, A. (2018). Internet y cognición social. *Revista de Humanidades*.
- Nabi, R. L., & Myrick, J. G. (2023). Our Online Emotional Selves. En *Emotions in the Digital World* (pp. 1-486). Oxford University Press.
- Nabi, R. L., Wolfers, L., & King, J. (2023). Social Media Use and Patterns of Emotional Experience: A Consideration of Anxiety, Depression and Hope. En *Emotion in Digital World* (pp. 1-486). Oxford Press University.
- Notara, V., Vagka, E., Gnardellis, C., & Lagiou, A. (2021). The Emerging Phenomenon of Nomophobia in Young Adults: A Systematic Review Study. En *Addiction and Health* (Vol. 13, Número 2, pp. 120-136). Kerman University of Medical Sciences. <https://doi.org/10.22122/ahj.v13i2.309>
- Octobre, S. (2019). ¿Quién le teme a las culturas juveniles? (Primera edición). Editorial Océano.
- Petrides, K. V., Mikolajczak, M., Mavroveli, S., Sanchez-Ruiz, M. J., Furnham, A., & Pérez-González, J. C. (2016). Developments in Trait Emotional Intelligence Research. *Emotion Review*, 8(4), 335-341. <https://doi.org/10.1177/1754073916650493>
- Polanco-Levicán, K., & Salvo-Garrido, S. (2022). Understanding Social Media Literacy: A Systematic Review of the Concept and Its Competences. En *International Journal of Environmental Research and Public Health* (Vol. 19, Número 14). MDPI. <https://doi.org/10.3390/ijerph19148807>
- Przybylski, A. K., Murayama, K., Dehaan, C. R., & Gladwell, V. (2013). Motivational, emotional, and behavioral correlates of fear of missing out. *Computers in Human Behavior*, 29(4), 1841-1848. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2013.02.014>
- Rains, S. A., & Tokunaga, R. S. (2023). The Role of Emotion in Maladaptive Internet Use: Internet Addiction, Problematic Internet Use, and Deficient Self-Regulation. En *Emotions in the Digital World* (pp. 1-486). Oxford University Press.
- Roberts, J. A., & David, M. E. (2016). My life has become a major distraction from my cell phone: Partner phubbing and relationship satisfaction among romantic partners. *Computers in Human Behavior*, 54, 134-141. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2015.07.058>
- Rodrigo-Ruiz, D., Cejudo, J., & Pérez-González, J. (2019). Compendio y Análisis de Medidas de Evaluación de la Inteligencia Emocional Capacidad. *Revista Iberoamericana de Diagnóstico y Evaluación – e Avaliação Psicológica*, 51(2), 99-115. <https://doi.org/10.21865/ridep51.2.08>
- Schreurs, L., & Vandenbosch, L. (2021). Introducing the Social Media Literacy (SMILE) model with the case of the positivity bias on social media. *Journal of Children and Media*, 15(3), 320-337. <https://doi.org/10.1080/17482798.2020.1809481>
- Scolari, C. (2020). *Cultura Snack*. La Marca Editora.
- Scolari, Carlos. (2008). *Hipermediaciones : elementos para una teoría de la comunicación digital interactiva*. Gedisa.
- Serrano-Puche, J. (2013). La expresión de la identidad en la sociedad digital: una aproximación teórica a las redes sociales. I Congreso Internacional de Comunicación y Sociedad Digital. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4249514.pdf>
- Serrano-Puche, J. (2016a). Internet y emociones: nuevas tendencias en un campo de investigación emergente. *Revista Comunicación Científica de Educomunicación*, 46, v.XXIV, 19-26. <https://doi.org/http://dx.doi.org/10.3916/C46-2016-02>
- Serrano-Puche, J. (2016b). Internet y emociones: nuevas tendencias en un campo de investigación emergente. *Revista Comunicación Científica de Educomunicación*, 46, v.XXIV, 19-26.
- Serrano-Puche, J. (2017). Metaanálisis del consumo digital en el ecosistema mediático contemporáneo: factores distintivos e implicaciones emocionales. *Revista Mediterránea de Comunicación*, 8(1), 75. <https://doi.org/10.14198/medcom2017.8.1.6>
- Serrano-Puche, J. (2021). Digital disinformation and emotions: exploring the social risks of affective polarization. *International Review of Sociology*, 31(2), 231-245. <https://doi.org/10.1080/03906701.2021.1947953>
- Shabahang, R., Shim, H., Aruguete, M. S., & Zsila, Á. (2022). Oversharing on Social Media: Anxiety, Attention-Seeking, and Social Media Addiction Predict the Breadth and Depth of Sharing. *Psychological Reports*. <https://doi.org/10.1177/00332941221122861>
- Skurka, C., & Nabi, R. L. (2023). Perspectives on Emotion in the Digital Age. En *Emotions in the Digital World* (pp. 1-486). Oxford University Press.
- Soto-Ivars, J. (2017). *Arden las redes* (Debate, Ed.). Penguin Random House.
- Turkle, S. (2017). *En defensa de la conversación*. Ático de los libros.
- Vincent, J. (2013). Is the Mobile Phone a Personalized Social Robot? *Intervalla*, 1, 60-70.

Enfoque STEAM: congreso en línea con estudiantes del grado de educación primaria

STEAM approach: online conference with primary pre-service teacher

María José Cuetos Revuelta¹, Natalia Serrano Amarilla¹

¹ Universidad Internacional de la Rioja, España

mjose.cuetos@unir.net , natalia.serrano@unir.net

RESUMEN. Entre las competencias a desarrollar por el futuro maestro de Educación Primaria se encuentran las competencias científicas. Un enfoque STEAM ayuda a desarrollar este tipo de habilidades. En consonancia, los congresos de ciencias permiten el aprendizaje significativo de contenidos didácticos y científicos, incrementan la motivación y una actitud positiva hacia las ciencias. Por ello, 119 docentes en formación participaron colaborativamente en un Congreso de Didáctica de las Ciencias Experimentales en línea. Investigaron sobre preconceptos erróneos científicos presentes en infantes de primaria, grabaron un experimento para crear un conflicto cognitivo y recogieron toda la información en posters, compartiéndolos en un espacio digital. El desarrollo de competencias científicas fueron medidos mediante una adaptación del cuestionario de Coronado y Arteta (2015). Un alto porcentaje de alumnos señaló su satisfacción tras la realización del congreso, afirmando haber adquirido habilidades necesarias para ejercer su papel de facilitador del aprendizaje, al aunar teoría y práctica.

ABSTRACT. Among the skills to be developed by future primary school teachers are scientific skills. A STEAM approach helps to develop these types of skills. In line with this, science conferences enable meaningful learning of educational and scientific content, increase motivation and promote a positive attitude towards science. For this reason, 119 trainee teachers collaborated in an online conference on experimental science teaching. They investigated misconceptions in primary school children, recorded an experiment to create cognitive conflict, and collected all the information on posters, which they shared in a digital space. The development of scientific skills was measured using an adaptation of the Coronado and Arteta (2015) questionnaire. A high percentage of students reported satisfaction after the conference, stating that they had acquired the necessary skills to fulfil their role as learning facilitators by combining theory and practice.

PALABRAS CLAVE: Profesores en formación, Enfoque STEAM, Educación primaria, Preconceptos científicos erróneos, Congreso científico.

KEYWORDS: Pre-service teachers, STEAM approach, Primary Education, Scientific misconceptions, Scientific conference.

1. Introducción

Debido a las continuas y aceleradas transformaciones de nuestra sociedad se requiere que la nueva ciudadanía adquiera las competencias necesarias para abordar los desafíos del futuro. Siendo necesario un enfoque pedagógico integral para que sea capaz de llevar a cabo una toma de decisiones de forma responsable y adecuada ante los desafíos globales complejos.

Entre los enfoques pedagógicos interdisciplinarios, la educación STEAM (del inglés Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), se fundamenta sobre estas disciplinas para impulsar un aprendizaje activo y creativo centrado en la resolución de problemas del mundo real y en la investigación por parte de los alumnos (Aguilera y Ortiz, 2021; Herro et al., 2021). Existen evidencias de los buenos resultados obtenidos en la mejora competencial integral del alumnado de Educación Primaria si su implementación se realiza de una manera adecuada (Chu et al., 2019; Creca et al., 2021). Se trata de una metodología activa, siendo la investigación y la experimentación los recursos clave que se emplean para aprender, que favorece las habilidades creativas (Yalçın y Erden, 2021).

En este sentido, el enfoque STEAM se presenta para los docentes en formación no solo para promover su interés por la ciencia y la investigación, sino también como una oportunidad educativa que ofrece herramientas para su formación como ciudadanos críticos y responsables dispuestos a contribuir al cambio social y ambiental en el siglo XXI (Ahn y Choi, 2015).

2. Revisión de la literatura

Para proporcionar las habilidades pedagógicas necesarias a los maestros en formación y que éstos mejoren su percepción ante sus limitaciones para enseñar contenidos científicos, las experiencias STEAM ayuda a dar una visión positiva por sus potencialidades y beneficios en el procesos de enseñanza aprendizaje (Park et al., 2016).

Los maestros en formación durante sus estudios universitarios suelen aplicar los conceptos teóricos aprendidos en el diseño de sus sesiones como futuros docentes, no siendo conscientes de qué dificultades pueden encontrarse en la aplicación de estas actividades si solo las diseñan desde un punto de vista teórico. Si su aprendizaje se ha basado en la transmisión de contenidos traspasarán estos contenidos aprendidos y los métodos didácticos percibidos a sus alumnos (Sperandeo-Mineo et al., 2006). De hecho, los maestros de primaria tienen poca confianza en su capacidad para enseñar ciencias ya que suelen presentar escasos conocimientos sobre contenidos científicos (Kazemour, 2013; Norris et al., 2018).

Para que herramientas esenciales para el aprendizaje como la investigación y la experimentación tengan éxito se necesitan profesores adecuadamente formados en áreas STEAM. En este contexto, las ferias educativas y congresos de ciencias son herramientas pedagógicas que promueven el aprendizaje activo, la creatividad, la participación de los estudiantes en términos de experiencias y la aplicación de conocimientos en contextos reales (Chaparro, 2018; Rinaudo, 2014). Se ofrece a los estudiantes la oportunidad de presentar sus proyectos, investigar, desarrollar habilidades de comunicación y fortalecer su autoestima (Bencze y Bowen, 2009; Grinnell et al., 2023).

Se muestran como eventos en los que los profesores en formación pueden aplicar lo aprendido en clase a situaciones prácticas a través de diferentes recursos diseñados por ellos mismos, lo que facilita una comprensión más profunda y duradera, ayudándoles a ser más conscientes a la hora de establecer y alcanzar objetivos y a perfeccionar su trabajo a través de la retroalimentación que les ofrecen los otros asistentes (Boud et al., 2013). Este tipo de experiencias involucran a los profesores en formación en su propio aprendizaje, les ayuda en la construcción de sus conocimientos y en lograr una percepción más positiva sobre la enseñanza de las ciencias (Mbowane et al., 2017).

Además de fomentar el desarrollo de habilidades y actitudes más óptimas hacia su propio trabajo, estas



actividades potencian su cooperación y el trabajo en equipo (Anderson y Meier, 2016; Bati et al., 2018). El aprendizaje colaborativo, como estrategia didáctica, implica que los estudiantes trabajen en grupos para lograr metas compartidas (Frías et al., 2024). Al involucrarse activamente en sus propios experimentos se estimula su curiosidad y deseo de exploración generando una motivación intrínseca por aprender temas del ámbito científico (Markowitz, 2004).

En resumen, se trata de experiencias en contextos poderosos de aprendizaje, donde se exponen conocimientos y permiten la construcción activa de saberes en el marco de situaciones reales, pudiendo desarrollar su interés por la ciencia y la tecnología y habilidades básicas para su futuro profesional y el desarrollo y progreso de la sociedad.

En este caso, la temática a investigar fueron las preconcepciones erróneas típicas de los niños de Primaria en el área de las ciencias naturales. Los conceptos erróneos también conocidos como conceptos erróneos o conceptos alternativos son aquellas interpretaciones propias que hacen los alumnos a los fenómenos naturales o conceptos científicos (Vosniadou, 2012). En el caso del maestro en formación, la presencia de conceptos erróneos afecta directamente a su futura práctica docente, ya que generan una falta de confianza para enseñar ciencias (Nixon et al., 2018). En estudios previos se observó cómo los profesores de primaria en ejercicio tienen ideas erróneas similares o iguales en los contenidos científicos fundamentales a las que presentan los propios discentes. Así, en el estudio de Rice (2005) se detectaron dificultades para responder preguntas sobre la ebullición, la clasificación biológica básica y las estaciones, mientras que Burgoon et al. (2010) concluyeron que los futuros profesores de primaria tenían ideas erróneas comunes entre los estudiantes, relacionadas con la gravedad, el magnetismo, los gases y la temperatura. Chen et al. (2020) ponen en relieve la influencia del docente, y han evidenciado empíricamente que los estudiantes muestran una probabilidad mayor de responder correctamente sobre un concepto de ciencias si sus maestros también son capaces de responder correctamente a la misma pregunta.

Así, la presente investigación tiene por objeto revelar los efectos de un congreso STEAM en línea en los estudiantes de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales del Grado en Educación Primaria en relación con los errores conceptuales en el ámbito de las ciencias. En concreto se pretende conocer:

- Las competencias docentes científicas desarrolladas en los futuros docentes a partir de esta experiencia en línea.
- El reparto de los esfuerzos dedicados en la realización del proyecto y su grado de satisfacción en la realización.

El aspecto novedoso de esta experiencia a diferencia de anteriores experiencias STEAM que suponen un cambio en la metodología de enseñanza a través de ferias o congresos de ciencias es que ha sido una actividad realizada de forma completa online en el funcionamiento habitual de la asignatura impartida de la misma forma. Previamente, Evagorou y Nisiforou (2020) también diseñaron y desarrollaron una feria STEAM en línea para los docentes en formación, pero fue de forma obligada por las circunstancias de la COVID-19, no de forma específica para el aprendizaje virtual.

3. Metodología

3.1. Descripción de la experiencia y del procedimiento de trabajo

Este estudio se llevó a cabo como un proyecto de innovación docente de una universidad con docencia en línea de forma exclusiva, durante dos cursos consecutivos, con los alumnos de la asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales, que es una asignatura del cuarto curso del Grado de Maestro en Educación Primaria.

Se planteó como una alternativa a las tradicionales exposiciones que se suelen realizar los alumnos en los aprendizajes basados en proyectos de ciencias y tecnología. Esta actividad, llamada Congreso de Didáctica de

las Ciencias Experimentales, formó parte de una de las actividades formativas de la asignatura, que se propuso como una actividad colaborativa donde los alumnos debían diseñar actividades de índole experimental, basadas en los modelos científico y de cambio conceptual. Para su ejecución, los alumnos debían organizarse en grupos de 3 miembros como máximo y realizar un póster científico con un experimento basado en su investigación previa sobre los errores conceptuales.

En concreto los pasos a seguir por los egresados fueron:

- Investigar sobre los principales preconceptos erróneos de los niños de primaria a través de consulta de bibliografía y recursos electrónicos, de tal manera que pudieran definir los objetivos precisos del trabajo.

En algunos casos, las docentes de la asignatura sugirieron temas específicos e invitaron a encontrar relaciones con el entorno para garantizar un aprendizaje significativo y experiencial;

- Grabar al menos un vídeo que se debía alojar en privado en youtube.com, donde se realice y explique un experimento para llegar al conflicto cognitivo con los alumnos de primaria, tal como lo haría un docente de ciencias naturales, y acorde con lo que previamente se había visto en clase;

- Crear un póster, de formato libre, que incluya la información relativa al diseño de una actividad experimental aplicando el método científico para tratar el preconcepto elegido y que incorpore el link del experimento grabado.

Flechsig y Schiefelbein (2003) sitúan esta propuesta dentro del modelo didáctico denominado “exposición de aprendizaje”, donde se organiza un escenario de aprendizaje que facilita una propia reflexión sobre la práctica de formación y el aprendizaje. En este caso se habilitó un Padlet como espacio digital del congreso, fuera de la plataforma de la universidad (asegurando así la participación síncrona y asíncrona) porque el Padlet.com es una de las herramientas más empleadas en educación para proporcionar un marco pedagógico para el aprendizaje, la colaboración y la evaluación formativa (Jong y Tan, 2021; Mehta et al., 2021) por lo que su uso será beneficioso en el futuro laboral de los estudiantes como docentes.

Para ejemplificar las tareas a realizar las profesoras de la asignatura éstas crearon un póster de ejemplo con varios vídeos sobre el magnetismo (Figura 1).

Desde el comienzo de la actividad se abrió un foro virtual a través de la plataforma de la asignatura llamado “foro del congreso” donde podían expresar las dudas concretas para la elaboración de esta actividad y recibir una continua tutorización.

El congreso tuvo una duración de 4 días, en los cuales los estudiantes debían leer, comentar y valorar los posters de sus compañeros, así como preguntar dudas a los autores de los mismos.

Finalmente, simulando los congresos reales y para motivar a los alumnos en la realización de la actividad, se premiaron 3 de los posters elaborados, actuando como jueces las dos profesoras de la asignatura.

¿La forma/tamaño del imán influye en cómo atrae a los materiales? ¿Y los polos N y S?

<https://www.youtube.com/watch?v=RngTPJzEWnU>

Los polos magnéticos iguales de un imán de anillo ¿se atraen o se repelen entre sí?

<https://www.youtube.com/watch?v=udoJbinTpdA>

¿Qué materiales se sienten atraídos por un imán?

<https://www.youtube.com/watch?v=Vr5WbULUvkw>

EL MAGNETISMO Natalia Serrano y Mí José Cueto

Explicación del concepto y preconcepto erróneo
Cuando hablamos de magnetismo o de [campo magnético](https://www.youtube.com/watch?v=RngTPJzEWnU), nos referimos a uno de los dos componentes de la radiación electromagnética (junto a la electricidad) que se manifiesta a través de [líneas de fuerza](https://www.youtube.com/watch?v=RngTPJzEWnU) de atracción o repulsión entre ciertos tipos de materiales y un campo de energía magnética (campo magnético). En concreto, cuando se ordenan los electrones de un material, éstos suscitan sus campos magnéticos y manifiestan magnetismo, convirtiéndose así en imanes (Mukherjee, 2020). Hay 3 tipos de materiales en la naturaleza, en función de cómo se comportan ante la presencia de un imán: ferromagnéticos (que se sienten atraídos y que tras quitar el imán, quedan a su vez imantados y sólo pueden volver a su estado inicial al calentar por encima de una temperatura, que se denomina Temperatura de Curie, como el hierro o el níquel), paramagnéticos (como el aluminio o el titanio, que también se sienten atraídos, pero que una vez retirado el imán, vuelven a su estado original, desordenando sus electrones) y diamagnéticos (como el grafito o el bismuto, que se sienten repelidos por el imán, y al igual que los paramagnéticos, una vez retirado el imán, vuelven a desordenar sus electrones). En el caso de los materiales diamagnéticos hay que usar un imán potente para conseguir que se manifieste el magnetismo, en forma de repulsión, como es el caso de los materiales diamagnéticos más frecuentes en [señalar el magnetismo solo a imanes y en concreto se entiende que sólo existe atracción, pero no que se manifieste como repulsión](https://www.youtube.com/watch?v=udoJbinTpdA), como es el caso de los materiales diamagnéticos o el hecho de enfrentar dos polos norte o dos polos sur [no se reconoce la existencia de polos en los imanes](https://www.youtube.com/watch?v=udoJbinTpdA). Cueto et al. (2023).

Instrumentación de detección preconcepto erróneo:
En primer lugar, van a responder mediante un [diálogo semi-estructurado](https://www.youtube.com/watch?v=RngTPJzEWnU) a las preguntas: ¿Cómo son los imanes? ¿Qué hacen? ¿Sabes lo que es el polo norte y el polo sur de un imán? ¿Qué ocurre cuando pones un polo norte de un imán junto a un polo norte de otro imán? ¿Y cuando pones un polo norte con un polo sur? ¿Para qué nos sirven los imanes (aplicaciones)?

En segundo lugar, van a realizar un [experimento](https://www.youtube.com/watch?v=udoJbinTpdA), identificando si diversos materiales (de plástico, metal, madera, papel, goma, metales, metales de metal/plástico) y el propio cuerpo humano presentan o no magnetismo.

Desarrollo didáctico (modela cambio conceptual):
1. **Actividad de Inicio-Motivación.** Grupos de 4. Se van a repartir imanes tipo los que ponemos en las neveras a los grupos y se les va a dejar que jueguen con ellos, dándoles clips, tornillos/hinchetas y pabillos. Se les va a dejar que los manipulen libremente, viendo qué ocurre con ellos. Verán que los clips y tornillos al ser de metal se atraen, mientras que los pabillos no. La conclusión que extraerán es que los imanes sirven para atraer materiales metálicos.

2. **Actividad de Conflicto cognitivo.** En este caso van a realizar 2 experimentos en grupos de 4.

a) En primer lugar se les muestra imanes de diferentes formas (redondos y rectangulares) cuyos polos están diferenciados por el color, así como un imán en forma de herradura, en el que no ven diferenciados los polos. Se les pregunta qué indican esos colores. Se les va a decir que son los dos polos del imán (polo norte y polo sur).

A continuación, se les pregunta si creen que ambos polos atraen de igual forma a los materiales metálicos. Se les dice que creen una hipótesis de partida. Lo normal es que creen que actúan de forma diferente. A continuación, el experimento que se va a realizar es un conflicto cognitivo consistente en comprobar si los 3 tipos de imanes actúan de igual forma con una chincheta, un clip y un pabillo. Posteriormente van a analizar el resultado, viendo como ambos polos, independientemente de la forma, atraen de igual forma a los materiales metálicos, es decir, que actúan de igual forma a los materiales metálicos y no actúan sobre los pabillos. <https://www.youtube.com/watch?v=RngTPJzEWnU>; Serrano (2023a).

b) En segundo lugar, los alumnos no suelen entender que un material puede ser repelido y no atraído por el imán, como es el caso de los polos idénticos (sur o sur o norte y norte). Por eso van a contestar a la pregunta: "Los polos magnéticos iguales de un imán de anillo ¿se atraen o se repelen entre sí?" Para profundizar, indicar que pones el primer imán (sur) sobre los dos anillos magnéticos y qué ocurre si colocas el polo (norte) rojo de un imán junto al polo (sur) azul del otro imán. Tras esto, van a experimentar. Por eso se les da un imán en forma de poste magnético. Se les pide que van a introducir los imanes, haciendo que coincidan los polos (norte) rojo con polo (norte) rojo, polo (sur) azul con polo (sur) azul y finalmente polo (norte) rojo con polo (sur) azul. Tras la observación, deben contestar si los polos iguales de los imanes se atraen o repelen entre sí y si pueden disponer los anillos magnéticos de tal manera que el imán superior parezca estar flotando y burlando al otro. <https://www.youtube.com/watch?v=udoJbinTpdA>; Serrano, (2023b).

3. **Actividad de reestructuración:** Ahora que ya saben que existen dos polos en un imán (norte y sur), que ambos actúan sobre un campo magnético que atrae o repelle los materiales, vamos a realizar una experiencia que les servirá para reestructurar sus ideas previas, a la par que indaguen de forma metacognitiva. Para ello, vamos a darles una serie de materiales que van a clasificar en materiales que se atraen y materiales que no se atraen, de forma semejante a lo que hacen con el cuestionario inicial. Tras esto, van a verificar si su hipótesis es verdadera, usando un imán. En este caso, la actividad permite autocorregirse y ver si inicialmente estaban o no acertados con su predicción. <https://www.youtube.com/watch?v=Vr5WbULUvkw>; Serrano, (2023c).

Referencias bibliográficas
Cueto, A., C. Serrano Tague, M. J. y F. J. Serrano, N. B. (2023). *Fenómenos magnéticos: indagación de modelos mentales y uso de estrategias de aprendizaje activo*. *Anales de Enseñanza de la Física*, 31, 245-250.
IMA (2018). ¿Qué es el diamagnetismo? <https://www.ima.es/que-es-el-diamagnetismo/>
Mukherjee, L. W. (2020). *Magnetismo*. Editorial Novata.
Serrano Amarilla, Natalia (2023a). ¿La forma/tamaño del imán influye en cómo atrae a los materiales? ¿Y los polos N y S? YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=RngTPJzEWnU>
Serrano Amarilla, Natalia (2023b). Los polos magnéticos iguales de un imán de anillo ¿se atraen o se repelen entre sí? YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=udoJbinTpdA>
Serrano Amarilla, Natalia (2023c). ¿Qué materiales se sienten atraídos por un imán? YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Vr5WbULUvkw>
Simón Ruiz, I. I. (2020). *Ciencia y tecnología (4)*. Juego de clasificación magnética. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=Vr5WbULUvkw>

Figura 1. Póster de ejemplo creado para la actividad por las profesoras con los vídeos de los experimentos planteados. Fuente: Elaboración propia.

3.2. Participantes e instrumento de análisis

Para la realización del presente estudio se ha realizado una investigación de corte cuantitativo seleccionando por su accesibilidad la muestra de manera no probabilística e intencional. Del total de alumnos matriculados en la asignatura de Didáctica de las Ciencias Naturales en esta experiencia han participado activamente 119 estudiantes (80,7% eran mujeres y 19,3% hombres) con una edad media de 35,08 años ($\pm 8,62$). Durante el curso escolar 23/24 se aplicó el proyecto con dos grupos de alumnos y, durante el curso escolar 24/25, con otro nuevo grupo de alumnos. Se crearon así 3 ediciones consecutivas del congreso, que se llevó a cabo los meses de abril, junio y enero, respectivamente.

Para el proceso de recogida de datos tras finalizar cada edición los futuros alumnos contestaron anónimamente un cuestionario administrado en línea a través de la aplicación Google Forms. El cuestionario fue contestado por todos los alumnos que participaron el proyecto, ya que las profesoras de la asignatura difundieron el enlace en sus clases.

Primero a través de una serie de preguntas abiertas expresaron su satisfacción por participar en el proyecto, su percepción en la mejora de su futura docencia en ciencias, tanto en la reflexión sobre las estrategias de

enseñanza-aprendizaje y su evaluación, como en el incremento de su curiosidad científica, así como el esfuerzo que había supuesto para ellos su ejecución.

Posteriormente, se aplicó una adaptación del cuestionario de competencias científicas de Coronado y Arteta (2015). Donde los egresados deben valorar si la realización del proyecto había tenido en ellos efecto en una serie de ítems pertenecientes a las competencias científicas de identificar, indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo, en escala Likert 1-5 (1=totalmente en desacuerdo; 2=en desacuerdo; 3=indiferente, 4=de acuerdo; y 5=totalmente de acuerdo).

El cuestionario fue validado por el Comité de Ética de la Investigación de la Universidad Internacional de La Rioja (PI059/2023). El valor del coeficiente de Alfa de Cronbach obtenido con el cuestionario aplicado tras la experiencia arrojó un coeficiente de 0,79, que según Barrios y Cosculluela (2013) supone un nivel fiabilidad elevado en el ámbito de la educación. Los datos y la fiabilidad del cuestionario empleado fueron analizados con el programa estadístico SPSS v.24.

4. Resultados

4.1. Materiales generados

A continuación, se muestran como ejemplo los posters ganadores de la segunda edición del congreso (Figura 2) donde se detallan los 3 experimentos planteados por los futuros docentes para explicar los conceptos investigados.

Premio mejor diseño de póster: Disco de Newton
<https://www.youtube.com/watch?v=2pJB8LxZuc0>



Premio póster más votado: Mezcla agua y maicena
<https://www.youtube.com/watch?v=EYEX2Jf69lc>



Premio mejor póster: Flotabilidad con lata de refresco
<https://www.youtube.com/watch?v=qWW-yQXh1WaU>



Figura 2. Experimentos y posters ganadores. Fuente: Elaboración propia.

4.2. Competencias científicas docentes

Si nos centramos en las competencias científicas en sí, por su importancia al tratarse de un proyecto STEAM (Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics), todas las competencias analizadas: identificar, indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo, fueron manifestadas ampliamente por los estudiantes. En la Tabla 1 se recoge la valoración de los docentes en formación de los ítems recogidos para cada competencia.

Competencias	Ítem	Media	Desviación estándar
Identificar	Observo y describo objetos, eventos o fenómenos	4,30	0,70
	Reconozco y diferencio fenómenos	3,50	1,10
Indagar	Realizo experimentos y demostraciones	3,80	1,05
	Sigo instrucciones (soy capaz de seguir un guion de laboratorio)	4,45	0,80
	Utilizo recursos TIC	4,00	0,75
Explicar	Busco o formulo razones a los fenómenos y problemas	4,15	0,65
	Manipulo instrumentos de medida	3,60	1,20
	Establezco relaciones causa-efecto	4,35	0,90
Comunicar	Reconozco y utilizo el lenguaje científico	4,40	0,75
	Comunico ideas de manera oral y escrita	3,75	1,02
Trabajar en equipo	Respeto las opiniones de los demás	4,70	0,89
	Acepto responsabilidades específicas y las cumplo adecuadamente	4,80	0,80

Tabla 1. Valoración por los estudiantes de los ítems de las competencia científica analizadas (identificar, indagar, explicar, comunicar y trabajar en equipo). Fuente: Elaboración propia.

Entre los ítems mejor puntuados se puede señalar por valores entre 4 y 5 (de acuerdo y totalmente de acuerdo, en la escala Likert del cuestionario entregado) que los futuros docentes puntuaron: ser capaz de observar y describir objetos, eventos y fenómenos, ser capaz de seguir instrucciones (protocolos y guiones de laboratorio), establecer relaciones causa-efecto (al plantear y desarrollar procedimientos), reconocer y utilizar lenguaje científico.

Además, un 4,0 afirmaron haber aprendido a través de las TIC al usar muros colaborativos, así como herramientas de edición de vídeo e imagen para la creación del póster. Dato curioso por la singularidad de la muestra de estudio, futuros profesores en su treintena que estudian en línea.

Recalcar como valores más elevados, un 4,8 que manifestaron por respetar las opiniones de los demás (participando con libertad de expresión en una discusión) y con un 4,7 que expresaron aceptar las responsabilidades específicas y cumplir con las mismas, perteneciente a la competencia de trabajar en equipo.

4.3. Grado de satisfacción y reparto de esfuerzos

En la Figura 3 se muestra el reparto del esfuerzos que los egresados dedicaron a diversos ítems de realización del proyecto. El mayor esfuerzo lo habían invertido, primero en trabajar de forma grupal y, posteriormente, en diseñar la actividad del conflicto cognitivo y el experimento asociado, mientras que lo que menos les había costado fue la búsqueda de la idea previa errónea en bibliografía, la realización del experimento en sí y el uso de las TIC.

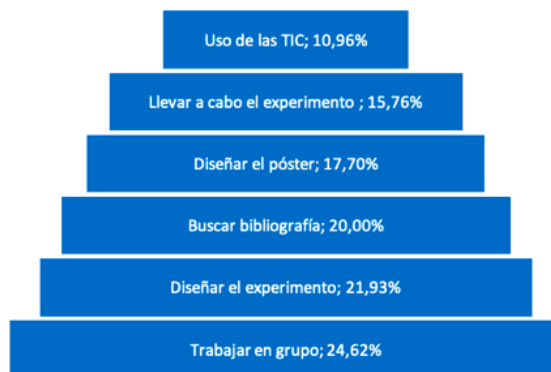


Figura 3. Esfuerzo (en %) manifestado por los futuros profesores en la realización de la actividad. Fuente: Elaboración propia.

Es de destacar que trabajar en grupo sea lo que más esfuerzo les ha supuesto, ya que la competencia de trabajar en equipo fue la competencia mejor puntuada. Por otro lado, el esfuerzo de diseñar el experimento está en concordancia con los datos personales recogidos de los futuros docentes. Donde llama la atención que un 36% de los encuestados manifestó que nunca había diseñado ningún tipo de experimento previamente, ni como estudiante del grado en educación primaria ni aunque hubiese impartido clases previamente como docente de ciencias naturales. Un 44% nunca los había realizado, un 30% lo había hecho de forma aislada (tan sólo 1 ó 2 veces) y un 41,4% lo había hecho en un entorno familiar con sus hijos (no de forma académica con alumnos).

A nivel metacognitivo el proyecto ha ayudado a que un 87% haya reflexionado sobre las estrategias de enseñanza y el diseño de instrucción y un 90% afirmaba presentar capacidad para evaluar los procesos de aprendizaje, lo que es clave en su futura labor docente. Es por ello que esta iniciativa les ha resultado muy positiva, un 95% expresó que había preferido realizar el vídeo y el póster como alternativa a otros trabajos tradicionales que se habían realizado en la asignatura, el 63% de los participantes señalaron que el proyecto les había dado más confianza para realizar y diseñar actividades experimentales en el futuro. Y un 76% ha afirmado que el proyecto había contribuido a que en un futuro llevaran a cabo experimentos con más seguridad con sus futuros alumnos de ciencias. Destacando que, el 96% ha potenciado su rol investigador y facilitador del aprendizaje y el 89% su curiosidad científica.

5. Discusión y conclusiones

En este estudio se llevó a cabo un Congreso de Didáctica de las Ciencias Experimentales en línea con los alumnos del grado de Maestro en Educación Primaria. La experiencia mostrada en este trabajo ofrece numerosos beneficios para los futuros docentes coincidiendo con estudios previos (Evagorou y Nisiforou, 2020; Mbowane et al., 2017; Rodríguez Rodríguez y Parreño Castellano, 2023), como son la adquisición de competencias científicas que fomentan su curiosidad científica y el desarrollo de habilidades clave para el futuro, entre las que destaca su rol investigador y facilitador del aprendizaje. Siendo este congreso STEAM mucho más que una mera actividad puntuable en la asignatura de Didáctica de las Ciencias de Educación Primaria.

El logro en relación con las competencias científicas adquiridas fue declarado explícitamente por los egresados. En este sentido, cabe destacar que el congreso ha supuesto un espacio de encuentro para mejorar el trabajo en equipo y la colaboración entre compañeros, habilidades no fomentadas en exceso en los estudios en línea. De hecho el trabajar el grupo fue considerado como el mayor de los esfuerzos que tuvieron que hacer los futuros docentes para la realización del proyecto, pero al mismo tiempo la competencia de trabajar en equipo se significó como aquella que alcanzó los valores promedio más elevados.

Los futuros docentes además de trabajar juntos para desarrollar su trabajo ven diferentes perspectivas y se

comprometen con las ideas de otros. El aprendizaje colaborativo en línea proporciona oportunidades para adquirir actitudes positivas hacia la construcción de conocimiento, hacia las personas y hacia la cohesión grupal además de las propias habilidades comunicativas a través de las TIC (Cuetos, 2021; Fernández y Valverde, 2014). Habilidades fundamentales en el mundo laboral actual, donde se aprecia cada vez más el trabajo en equipo a través de herramientas digitales. Al igual que los docentes en ejercicio valoran disponer de una buena formación en recursos tecnológicos que les dé seguridad en la puesta en práctica de las sesiones en el aula y les permita innovar (Gómez García et al., 2020).

Entre las principales ventajas de participar en este tipo de actividades STEAM se encuentra fundamentalmente el aprendizaje experiencial, centrado en este caso en la idea de “aprender haciendo” de Dewey, una forma particular de aprendizaje en el que el papel central lo determina la experiencia en el proceso (Ruiz, 2013). Se trata de “aprender ciencia haciendo ciencia” para comprender mejor los conceptos científicos y fortalecer la capacidad para resolver problemas (Harlen, 2013). Un aprendizaje activo donde se facilita la obtención de competencias a través de un aprendizaje contextualizado, lo que tiene efectos significativos en la forma en que los futuros profesores planifican sus actividades y prácticas (Kim y Tan, 2011). Y más en un tema como son los preconceptos científicos erróneos, donde su conocimiento escaso o nulo se traduce en una enseñanza superficial, en plantear a los alumnos preguntas de bajo nivel cognitivo y, en definitiva, favorecer así la dispersión y perdurabilidad de estos errores entre su alumnado (Chen et al., 2020; Vázquez Alonso y Manassero Mas, 2016). Así, los futuros docentes pueden relacionar los conceptos abstractos con situaciones del mundo real, lo que facilita una comprensión más profunda y significativa, fomentando la adquisición de habilidades esenciales para su desempeño docente. Ya que no se debe olvidar que el profesor de ciencias además de tener conocimientos sobre ciencia debe saber enseñarlos, y este proyecto abarcaba ambas metas.

Estamos de acuerdo con Camacho-Tamayo y Bernal-Ballén (2024) en que se debe apostar por programas de formación para el profesorado de primaria que incorporen prácticas STEAM para avanzar en la formación docente. Ya que un enfoque basado en el aprendizaje activo, en la metarreflexión y en la puesta en común de los resultados, como este congreso de ciencias, permite a los futuros docentes afrontar los nuevos problemas científicos, ayudándoles a mejorar la comprensión de las ciencias y sus métodos de trabajo. Además, como se verificó, los futuros profesores de primaria adquieren una actitud más positiva hacia la enseñanza de la ciencia y una mayor confianza en sí mismos, porque habían aprendido ciencia y tecnología a través de la experimentación práctica durante la asignatura.

La principal limitación del estudio es la pequeña cantidad de futuros docentes que actuaron como participantes que, aunque ha permitido un mayor control experimental, hace que la muestra pudiese no ser representativa de toda la población universitaria que curse estudios en línea. También parece necesario profundizar en algunas mejoras para futuras ediciones del congreso, entre ellas la recopilación de los trabajos realizados en algún tipo de libro de actas o una base de datos de búsqueda de trabajos por palabras clave, igual que se hace en los congresos reales. Aunque los materiales generados por los futuros docentes, sus experimentos y sus vídeos siguen disponibles en los Padlet generados, sería recomendable que no quedaran como mero material expositivo para la comunidad educativa ya que el éxito de este proyecto radica en el aprendizaje activo.

Agradecimientos

Se agradece el reconocimiento de la Universidad Internacional de La Rioja para el desarrollo del proyecto “Congreso de Ciencias en el grado de Educación Primaria” de la Convocatoria de proyectos de Innovación Docente y Transferencia Educativa para los cursos 2023-2025.

Financiación

Esta investigación no recibió financiación externa.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Cuetos Revuelta, M. J., & Serrano Amarilla, N. (2026). Enfoque STEAM: congreso en línea con estudiantes del grado de educación primaria. *Campus Virtuales*, 15(2), 207-217. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1737>

Referencias

- Ahn, H. y Choi, Y. (2015). Analysis on the Effects of the Augmented Reality-Based STEAM Program on Education. *Advanced Science and Technology Letters*, 92(1), 125-130. <https://cutt.ly/HpXtMj1>
- Aguilera, D. y Ortiz, J. (2021). STEM vs. STEAM education and student creativity: a systematic literature review. *Education Sciences*, 11(7), <https://doi.org/10.3390/educsci11070331>
- Anderson, A. E. y Meier, J. A. (2016). Second-Graders Beautify for Butterflies. *Journal of STEM Arts, Crafts, and Constructions*, 1(2), 38-47. <https://cutt.ly/PpXyHCR>
- Bati, K., Ikbal, M., Çalişkan, I., Güneş, G. y Gül, S. (2018). Teaching the concept of time: A steam-based program on computational thinking in science education. *Cogent Education*, 5(1) 1-16. <https://doi.org/10.1080/2331186X.2018.1507306>
- Bencze, J.L. y Bowen, G. (2009). A National Science Fair: Exhibiting support for the knowledge economy. *International Journal of Science Education*, 31(18), 2459-2483. <https://doi.org/10.1080/09500690802398127>
- Boud, D., Keogh, R. y Walker, D. (2013). *Reflection: Turning experience into learning*. Routledge.
- Burgoon, J. N., Heddle, M. L. y Durán, E. (2010). Re-examining the similarities between teacher and student conceptions about physical science. *Journal of Science Teacher Education*, 21(7), 859-872. <https://doi.org/10.1007/s10972-009-9177-0>
- Camacho-Tamayo, E. y Bernal-Ballén, A. (2024). Educación STEAM como estrategia pedagógica en la formación docente de ciencias naturales: Una revisión sistemática. *EduTec, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 87, 220-235. <https://doi.org/10.21556/edutec.2024.87.2929>
- Chaparro, L., Acosta, J. y Belmonte, M. (2018). Libro Verde Ferias de Las Ciencias. FECYT. Gobierno de España. Ministerio de Industria, Economía y Competitividad, 1-53.
- Chen, C., Sonnert, G., Sadler, P. y Sunbury, S. (2020). The Impact of High School Life Science Teachers' Subject Matter Knowledge and Knowledge of Student Misconceptions on Students' Learning. *CBE Life Sciences Education*, 19(1), 1-16. <http://dx.doi.org/10.1187/cbe.19-08-0164>
- Chu, H-E., Martin, S. N. y Park, J. (2019) A theoretical framework for developing an intercultural STEAM program for Australian and Korean students to enhance science teaching and learning. *International Journal of Science and Mathematics Education* 17(7), 1251-1266. <https://doi.org/10.1007/s10763-018-9922-y>
- Coronado, M.E. y Arteta, J. (2015). Competencias científicas que propician docentes de Ciencias naturales. *Revista del Instituto de Estudios en Educación*, 23, 133-144. <http://dx.doi.org/10.14482/zp.22.5832>
- Cuetos Revuelta, M. J. (2021). Valoración de una experiencia con Linoit para el aprendizaje colaborativo en línea. *Campus Virtuales*, 10(2), 195-206.
- Evagorou, M. y Nisiforou, E. F. I. (2020). Engaging pre-service teachers in an online STEM fair during COVID-19. *Journal of Technology and Teacher Education*, 28(2), 179-186. <https://doi.org/10.70725/161975msquwd>
- Fernández, M. y Valverde, J. (2014). Comunidades de práctica: un modelo de intervención desde el aprendizaje colaborativo en entornos virtuales. *Revista Comunicar*, 42, 97-105. <https://doi.org/10.3916/C42-2014-09>
- Flechs, K. H. y Schiefelbein, E. (2003). Exhibiciones educativas. En Flechs, K. H. y Schiefelbein, E. (Edit.). *Veinte modelos didácticos para América Latina* (pp. 67-72). INTERAMER.
- Frías, C. G., Sánchez, A. C. Q., Valera, E. G. A., Martínez, B. L. y Valera, J. A. A. (2024). Estrategias para fomentar la participación activa de los estudiantes en el aula universitaria: Strategies to promote active student participation in the university classroom. *Latam: revista latinoamericana de Ciencias Sociales y Humanidades*, 5(3), 4. <https://doi.org/10.56712/latam.v5i3.2187>
- Gómez García, M., Boumadan Hamed, M., Poyatos Dorado, C. y Soto Varela, R. (2020). Formación docente en línea a distancia. Un análisis de los perfiles y la opinión de los profesores. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 23(2), 95-111. <https://doi.org/10.6018/reifop.423001>
- Greca, I., Ortiz, J. y Arriasec, I. (2021). Diseño y evaluación de una secuencia de enseñanza-aprendizaje STEAM para Educación Primaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 18(1), 1802-1819. https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i1.1802
- Grinnell, F., Dalley, S. y Reisch, J. (2023). High school science fair: School location trends in student participation and experience. *PloS one*, 18(9), e0291049. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0291049>
- Harlen, W. (2013). Evaluación y educación en Ciencias basadas en la Indagación: aspectos de la política y la práctica. Trieste (Italia). Global Network of Science Academies (IAP). Science Education Programme (SEP).
- Herro, D. y Quigley, C. (2017). Exploring teachers' perceptions of STEAM teaching through professional development: implications for teacher educators. *Professional Development in Education*, 43(3), 416-438. <https://doi.org/10.1080/19415257.2016.1205507>
- Jong, B. y Tan, K.H. (2021). Using Padlet as a Technological Tool for Assessment of Students Writing Skills in online Classroom Settings.



- International Journal of Education and Practice, 9(2), 411-423. <https://doi.org/10.18488/journal.61.2021.92.411.423>
- Kazempour, M. (2013). The interrelationship of science experiences, beliefs, attitudes, and self-efficacy: A case study of a pre-service teacher with positive science attitude and high science teaching self-efficacy. *European Journal of Science and Mathematics Education*, 1(3), 106-124. <https://doi.org/10.11591/edulearn.v8i1.18492>
- Kim, M. y Tan, A. L. (2011). Rethinking difficulties of teaching inquiry-based practical work: stories from elementary pre-service teachers. *International Journal of Science Education*, 33(4), 465-486. <https://doi.org/10.1080/09500691003639913>
- Markowitz, D.G. (2004). Evaluation of the Long-Term Impact of a University High School Summer Science Program on Students' Interest and Perceived Abilities in Science. *J. Sci. Edu. Techno.*, 13(3), 395-407. <https://doi.org/10.1023/B:JOST.0000045467.67907.7b>
- Mbowane, C. K., de Villiers, J. J. y Braun, M. W. (2017). Teacher participation in science fairs as professional development in South Africa. *South African journal of science*, 113(7-8), 1-7. <https://doi.org/10.17159/sajs.2017/20160364>
- Mehta, K. J, Miletich, I. y Detyna, M. (2021). Content-specific differences in Padlet perception for collaborative learning amongst undergraduate students. *Research in Learning Technology*, 29, 2551. <https://doi.org/10.25304/rlt.v29>
- Nixon, R. S., Smith, L. K. y Sudweeks, R. R. (2018). Elementary teachers' science subject matter knowledge across the teacher career cycle. *Journal of Research in Science Teaching*, 56(6), 707-731. <http://dx.doi.org/10.1002/tea.21524>
- Norris, C., Morris, J. y Lummis G.W. (2018). Preservice teachers' self-efficacy to teach primary science based on 'science learner' typology. *International Journal of Science Education*, 40(18), 2292- 2308. <https://doi.org/10.1080/09500693.2018.1528645>
- Park, H., Byun, S., Sim, J., Han, H. y Baek, Y. S. (2016). Teachers' Perceptions and Practices of STEAM Education in South Korea. *EURASIA Journal of Mathematics, Science & Technology Education*, 12(7), 1739-1753. <https://doi.org/10.12973/eurasia.2016.1531a>
- Rice, D. C. (2005). I didn't know oxygen could boil! What preservice and inservice elementary teachers' answers to 'simple' science questions reveals about their subject matter knowledge. *International Journal of Science Education*, 27(9), 1059-1082. <https://doi.org/10.1080/09500690500069426>
- Rinaudo, M. (2014). Estudios sobre los contextos de aprendizaje: arenas y fronteras. En Paoloni, P., Rinaudo, M., y González, C. *Cuestiones en Psicología Educativa. Perspectivas teóricas y metodológicas orientadas a la mejora de la práctica educativa*(pp. 163-206). Cuadernos de Educación. La Laguna, Tenerife: Sociedad Latina de Comunicación Social. <http://www.cuadernosartesanos.org/educacion.html>
- Rodríguez Rodríguez, M. Á. y Parreño Castellano, J. M. (2023). Aprendizaje activo en el aula universitaria actual: una experiencia de aprender haciendo. *Didáctica geográfica*, 24, 39-61. <https://doi.org/10.21138/DG.663>
- Ruiz, G. (2013). La teoría de la experiencia de John Dewey: significación histórica y vigencia en el debate teórico contemporáneo. *Foro de educación*, 11(15), 103-124. <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=447544540006>
- Sperandeo-Mineo, R.M., Fazio, C. y Tarantino, G. (2006). Pedagogical content knowledge development and pre-service physics teacher education: a case study. *Research in Science Education*, 36, 235-268. <https://doi.org/10.1007/s11165-005-9004-3>
- Vázquez Alonso, A. y Manassero Mas, M. A. (2016). Un modelo formativo para mejorar las ideas de los profesores sobre temas de naturaleza de ciencia y tecnología. *Profesorado, Revista de Currículum y Formación del Profesorado*, 20(2), 56-75. <https://doi.org/10.30827/profesorado.v20i2.10408>
- Vosniadou, S. (2012). Reframing the classical approach to conceptual change: Preconceptions, misconceptions and synthetic models. In *Second international handbook of science education* (pp. 119-130). Springer.
- Yalçın, V., y Erden, Ş. (2021). The Effect of STEM Activities Prepared According to the Design Thinking Model on Preschool Children's Creativity and Problem-Solving Skills. *Thinking Skills and Creativity*, 41, 100864. <https://doi.org/10.1016/j.tsc.2021.100864>

Diferencias de género en la autopercepción del emprendimiento digital del alumnado universitario en España

Gender differences in university students' self-perception of digital entrepreneurship in Spain

Carmen Gago-Cortés¹, Juan González-Martínez²,
Isabel Gutiérrez Porlán³, María Sánchez González⁴

¹ Universidade da Coruña, España

² Universitat de Girona, España

³ Universidad de Murcia, España

⁴ Universidad de Málaga, España

m.gago@udc.es , juan.gonzalez@udg.edu , isabelgp@um.es , m.sanchezgonzalez@uma.es

RESUMEN. Este artículo analiza, desde una perspectiva de género, los resultados de una encuesta de autopercepción sobre distintas dimensiones del emprendimiento digital realizada en 2025 sobre un conjunto de estudiantes (4.271) de último curso de grado de diversas áreas de conocimiento. Se empleó un modelo de cuestionario de diseño propio y validado en proyecto anterior. Los resultados muestran que la creación de proyectos de emprendimiento digital resulta más difícil para las mujeres que para los hombres, pudiendo mejorar también en su capacidad de uso de los recursos digitales como apoyo al desarrollo de proyectos, promoción de iniciativas en red e innovación para el emprendimiento digital, obstáculos adicionales para las mujeres. Se corrobora que existen brechas de género y se reflexiona sobre la importancia de que desde las propias universidades sean tenidas en cuenta para fomentar las competencias ligadas al emprendimiento digital y la capacitación de futuros profesionales de forma diversa e inclusiva.

ABSTRACT. This article analyses, from a gender perspective, the results of a self-perception survey on various dimensions of digital entrepreneurship conducted in 2025 amongst a group of 4,271 final-year undergraduate students from various fields of study. A questionnaire model, designed in-house and validated in a previous project, was used. The results show that creating digital entrepreneurship projects is more difficult for women than for men, and they could also improve in their ability to use digital resources to support the development of the entrepreneurial project, in promoting networking initiatives, and in innovation for digital entrepreneurship, which are presented as additional obstacles for women. This confirms the existence of gender gaps and highlights the importance of universities taking this into account to foster skills linked to digital entrepreneurship and the training of future professionals in a diverse and inclusive manner.

PALABRAS CLAVE: Emprendimiento digital, Género, Innovación, Universidad, Competencias digitales, Tecnologías.

KEYWORDS: Digital entrepreneurship, Innovation, University, Digital skills, Technologies.

1. Introducción

La realidad actual requiere de profesionales —y futuros profesionales— que cuenten con las competencias necesarias para aprovechar de forma estratégica, responsable y segura las tecnologías digitales y el ecosistema en red. Esto es, que desarrollen una competencia digital integral, entendida como el conjunto de conocimientos, habilidades y actitudes aplicables en distintos contextos personales, académicos y profesionales, con independencia del perfil formativo o trayectoria laboral (European Commission, 2017; UNESCO, 2018). Pero también que sean capaces de crear, ser resilientes y tener capacidad de adaptación y pensamiento estratégico. En otras palabras, que dispongan de competencias ligadas al emprendimiento y a la innovación.

Tanto la competencia digital como la de emprendimiento son competencias clave para la empleabilidad de los futuros profesionales y el desarrollo profesional en entornos cambiantes e inciertos (OECD, 2019; World Economic Forum, 2020). Ambas están además estrechamente relacionadas. La competencia digital no solo se vincula con el uso eficaz de las tecnologías, sino también con la capacidad de generar valor a partir de ellas, lo que conecta directamente con el emprendimiento digital. Este puede entenderse como la habilidad para identificar oportunidades, diseñar soluciones innovadoras y desarrollar iniciativas sostenibles en entornos mediados por tecnologías digitales (European Commission, 2016). Por tanto, el emprendimiento digital integra competencias como la creatividad, la iniciativa, la gestión del riesgo, la resiliencia y el pensamiento estratégico, que permiten a los individuos no solo adaptarse a los cambios del entorno, sino también anticiparse y actuar de manera proactiva en contextos complejos e inciertos (World Economic Forum, 2020).

Fomentar desde el ámbito educativo estas competencias resulta especialmente relevante, ya que contribuye al desarrollo de perfiles profesionales capaces de participar activamente en la economía digital y de impulsar procesos de innovación social y económica.

Desde esta visión se desarrolló el proyecto de investigación EmDigital (2019-2022), que sustentaba la competencia de emprendimiento digital en la unión, de la forma descrita, entre la competencia digital y la competencia de emprendimiento. Este proyecto logró, entre otros resultados y mediante un método mixto de investigación apoyado en cuestionarios y entrevistas, desarrollar un modelo de emprendimiento digital (denominado EmDigital), las claves del éxito de los emprendedores digitales a partir del análisis de buenas prácticas, un análisis de la percepción de la competencia digital de los estudiantes universitarios y un curso de formación en abierto y en línea (Prendes, 2022).

El papel de las universidades como instituciones es crucial para el desarrollo de una cultura emprendedora y de las condiciones propicias para que tanto alumnado como profesorado adquieran las competencias vinculadas al emprendimiento digital (European Commission, 2020), incluyendo la puesta en marcha de acciones formativas como se recogía en el citado proyecto EmDigital (Prendes, 2022). El fomento de la igualdad de género y el desarrollo de políticas e iniciativas que pongan en valor el talento femenino, también en lo referido a emprendimiento, forma asimismo parte de su responsabilidad y función social, en un contexto donde persisten brechas significativas en la participación de las mujeres en el emprendimiento (OECD, 2021).

En este contexto, el proyecto de investigación “Marco de Análisis del Emprendimiento Digital en las Universidades (MAEDU)”, continúa y amplía el trabajo desarrollado en EmDigital. Se centra en la universidad española para ofrecer una radiografía del emprendimiento digital, desde una triple perspectiva -estudiantes, docentes e instituciones-, que contribuya a la investigación académica de este fenómeno apenas explorado desde esta triple visión y que al tiempo ofrezca resultados prácticos, útiles y relevantes social e institucionalmente. Se trata de facilitar el desarrollo de estrategias y la toma de decisiones eficaces y eficientes para con ello contribuir a la innovación educativa universitaria y a la formación de profesionales más competitivos e intraemprendedores de cara a las empresas pero también más capaces de poner en marcha sus propios proyectos; en definitiva, emprender valiéndose de las tecnologías o incluso haciendo de las propias tecnologías la base, el objeto de sus emprendimientos. Y para ello resulta crucial plantearse si, desde la propia universidad española, existe cierto sesgo o brecha de género en lo referido a la autopercepción que las estudiantes mujeres



tienen de sí mismas en lo relacionado con emprendimiento digital.

Partiendo de la hipótesis de que cabe encontrar cierta brecha, efectivamente, en este sentido, analizamos la visión que de sí tiene este alumnado como emprendedores digitales desde una visión de género. El primer objetivo es, por tanto, detectar diferencias significativas en las distintas dimensiones del emprendimiento digital que pueden constituir una barrera al emprendimiento femenino.

Se pretende dar respuesta a preguntas del tipo ¿cómo se perciben las estudiantes universitarias en comparación con ellos en lo que a capacidades para el emprendimiento digital se refiere?, ¿se detectan diferencias significativas sobre las distintas áreas o dimensiones según género que puedan afectar al uso y aprovechamiento del entorno digital para innovar y emprender?, ¿se detecta motivación por emprender o, al menos, confianza en su capacidad para liderar proyectos, innovar o asumir riesgos en igual medida entre hombres y mujeres?, ¿qué factores internos pueden estar incidiendo en estos resultados?

Otro de los objetivos de nuestro análisis, derivado del anterior, es recabar información útil para definir, en fases siguientes del proyecto, las necesidades formativas del alumnado universitario español en materia de emprendimiento digital y diseñar recursos de aprendizaje que, desde la perspectiva de género, cumplan con los principios de accesibilidad y de justicia social y garanticen igualdad de oportunidades de aprendizaje.

2. Revisión de la literatura

La brecha digital de género es una realidad que está presente en el contexto español tal y como evidencian distintos estudios. Esta brecha no existe solo en lo que se refiere al acceso a la tecnología sino también en cuanto a desarrollo competencial y aprovechamiento de las tecnologías digitales y las posibilidades del entorno digital. Es el caso, entre otros, de la encuesta sobre la Brecha Digital de Género en España (desigualdades socio digitales desde la perspectiva de género) presentado por la Fundación Ferrer i Guardia (2024) o del informe anual Brecha digital de género 2026 de Red.es y ONTSI (2026).

Siguiendo este último informe, que se basa en los datos de 2025, la brecha digital de género en España se mantiene en varios planos. En tecnologías emergentes, la IA generativa muestra una adopción mayor entre los hombres: el 39,9% la ha utilizado en los últimos tres meses, frente al 35,9% de las mujeres, que además se declaran más cautas ante los posibles riesgos. Por otra parte, las mujeres presentan un menor nivel de competencias digitales: el 64,9% alcanza competencias al menos básicas, por debajo del 68,1% de los hombres. En esta línea y en los que respecta al empleo, una de las brechas más acusadas aparece en la especialización digital: solo el 19,6% de los especialistas digitales en España son mujeres. Los datos del citado informe nos muestran que la brecha digital de género no está tanto en el acceso a Internet como en la menor apropiación de tecnologías emergentes como la IA, la menor base de competencias y la escasa especialización digital.

De forma similar, el informe GEM España 2024-25 sobre emprendimiento concluye que existen diferencias de género en cuanto a actitud emprendedora, uso de inteligencia artificial y digitalización de los nuevos proyectos. Este informe analiza las distintas características del emprendimiento a través de una encuesta realizada en el año 2024 a 32.926 personas de entre 18 a 64 años residentes en España, muestra las diferencias entre las personas que deciden emprender y las que no, determinando cuáles son sus miedos y percepciones. A raíz de este análisis se ha podido comprobar que existen diferencias en cuanto a género en las respuestas. En concreto, las mujeres superan en porcentaje a los hombres en cuanto al miedo al fracaso (35% mujeres frente a un 31% de hombres), declarando tener menos conocimientos y habilidades para emprender (77% de mujeres frente a un 83% de hombres) y encontrando a la vez menos oportunidades para emprender (33% de mujeres frente a un 42% de hombres). De hecho, en el año 2024 las mujeres muestran una tasa de actividad emprendedora del 6.8% frente al 7.7% de los hombres. En cuanto a conocimiento de otros emprendedores que puedan servir de ejemplo o apoyo, el porcentaje entre hombres y mujeres se iguala. Otro aspecto que aborda el informe GEM es el uso de la inteligencia artificial (IA) y la digitalización en los nuevos proyectos. En concreto, el informe muestra que las mujeres que emprenden tienen una mayor

desconfianza en el uso de IA en sus proyectos, debido a problemas de seguridad y privacidad de los datos usados (datos que coinciden con el informe sobre brecha digital), y que el porcentaje de mujeres que inician proyectos y esperan digitalizarlos en los próximos 6 meses supera levemente al de los hombres (52% de mujeres frente al 49% de hombres).

Entre las barreras que encuentran las mujeres para el emprendimiento digital diferenciamos las externas, que son aquellas barreras procedentes del entorno, y las internas, aquellas relacionadas con la desigualdad profesional, la conciliación y factores psicológicos como la autoestima (Tejeiro Koller et al., 2021). Por su parte, Sanchis et al., (2020) apunta dos tipos de motivación para emprender: la motivación interna, que incluye el desarrollo profesional, el deseo de independencia o el afán de lucro; y la motivación externa en donde estarían los incentivos de las administraciones o la situación económica.

Aterrizando en las cuestiones internas del emprendimiento, investigaciones previas han abordado estas cuestiones de forma particular. En lo que respecta a la intención para emprender, la personalidad juega un papel importante en la preparación de las mujeres para el cambio y ayuda a concebir la intención emprendedora (Patra & Kumari, 2025). El grado de aversión al riesgo constituye también un factor relevante en la intención emprendedora, dado que iniciar una actividad empresarial implica enfrentarse a situaciones de incertidumbre. No obstante, la evidencia sugiere que la percepción de los beneficios asociados al emprendimiento puede mitigar este efecto, especialmente en el caso de las mujeres, aumentando su predisposición a emprender (Suratno et al., 2019). Asimismo, rasgos individuales como la tolerancia al riesgo y la confianza en una misma han sido identificados como elementos diferenciadores entre personas emprendedoras y no emprendedoras (Chen et al., 1998). En estrecha relación con la aversión al riesgo, Cho et al., (2019) contemplan el miedo al fracaso como un elemento especialmente limitante en las intenciones emprendedoras de las mujeres. A ello se suman condicionantes asociados a la orientación de género, como el deseo de autonomía y libre albedrío, junto con las responsabilidades de cuidado —especialmente el cuidado infantil—, que actúan simultáneamente como factores de restricción y de impulso hacia el emprendimiento (Kirkwood, 2009). En este sentido, el emprendimiento femenino suele explicarse a partir de una combinación de factores de empuje y atracción, donde la búsqueda de independencia y la necesidad de compatibilizar la vida laboral y familiar desempeñan un papel central (Dawson y Henley, 2012).

Contemplando el género desde un enfoque interseccional, variables estructurales como el país de procedencia o la pertenencia a minorías pueden añadir capas adicionales de dificultad, generando desigualdades en el acceso a oportunidades y en el desarrollo de intenciones emprendedoras (Sims & Chinta, 2019). No obstante, junto a estas barreras, la investigación también subraya el papel clave de los rasgos de personalidad, señalando que características como la confianza en uno mismo, la proactividad o la capacidad de asumir riesgos pueden potenciar la intención emprendedora (Şahin et al., 2019). En particular, los rasgos psicológicos vinculados a la resiliencia resultan fundamentales, ya que proporcionan a las mujeres la capacidad de afrontar obstáculos y persistir en contextos de incertidumbre (Ghouse et al., 2021). Finalmente, la orientación emprendedora en las mujeres se encuentra también impulsada por motivaciones relacionadas con el deseo de poder, la independencia económica y la autorrealización, lo que refuerza la idea de que el emprendimiento no solo responde a necesidades contextuales, sino también a aspiraciones personales y profesionales (Khanka, 2009).

Como continuación de los factores que condicionan la intención emprendedora, la investigación está de acuerdo en una idea clave: el emprendimiento digital no debe entenderse solo como una cualidad innata, sino como una competencia que se puede aprender y por tanto enseñar. Desde planteamientos clásicos hasta investigaciones recientes, se sostiene que, aunque ciertos rasgos individuales pueden facilitar la iniciativa emprendedora, ninguna persona “nace” empresaria, sino que puede formarse y entrenarse para llegar a serlo (Casson, 1982; Kotha et al., 2023). En este sentido, la vocación emprendedora surge a partir de la interacción entre rasgos cognitivos, factores personales y psicológicos, normas sociales y condiciones contextuales, lo que refuerza la idea de que pueden ser estimuladas mediante intervenciones educativas adecuadas (Patra & Kumari, 2025). Esta perspectiva resulta especialmente relevante en el caso de las mujeres, cuya actitud hacia



el emprendimiento está fuertemente mediada tanto por variables psicológicas como por el desarrollo de competencias específicas (Anggadwita & Dhewanto, 2016), así como por factores externos como las oportunidades profesionales, las aspiraciones de carrera o la cultura organizacional, especialmente en entornos que favorecen la autonomía y la toma de decisiones (Kirkwood, 2009; Daulerio, 2016; Layek & Koodamara, 2024).

En línea con la evidencia previa sobre los factores internos que influyen en la intención emprendedora de las mujeres, ofrecemos una clasificación en la que hemos agrupado las barreras mencionadas en “actitudinales” o aquellas con las que se nace y “aptitudinales” aquellas que se pueden aprender. Los autores Martínez y García (2010) ponen el énfasis en la actitud hacia el emprendimiento, diferenciando a las personas emprendedoras por su capacidad para lograr desarrollar una idea innovadora sin dudar y entendiendo los riesgos que ello supone. Y por su parte, Maqueda et al. (2003) consideran que lo más importante es que la persona emprendedora realice una reflexión sobre sus capacidades y aquellas que va a demandar el nuevo proyecto, buscando en caso necesario a profesionales y a un equipo de personas adecuado que puedan complementar las carencias. Para apoyar a esta reflexión, plantean un listado de capacidades que pueden servir de guía, y entre las que se encuentran la capacidad de decisión y motivación, la capacidad de innovación, la capacidad de aguante y tenacidad, la capacidad de organización, la capacidad de liderazgo, la capacidad de asimilación y flexibilidad mental, la capacidad negociadora, la capacidad profesional y la capacidad ética. Desde esta perspectiva, y con fines analíticos, se propone distinguir y categorizar en estas dos grandes dimensiones las barreras mencionadas según la Tabla 1.

	Factor/ Barrera	Descripción
ACTITUDINALES (se nace, rasgos relativamente estables)	Orientación al logro y deseo de independencia	Motivaciones internas como el logro personal o el deseo de autonomía impulsan la iniciativa emprendedora
	Aversión al riesgo / miedo al fracaso	El miedo al fracaso actúa como barrera clave; la tolerancia al riesgo diferencia a emprendedores de no emprendedores
	Confianza en una misma (autoeficacia)	La percepción de capacidad propia influye en la decisión de emprender
	Orientación de género (roles y motivaciones)	Factores como el cuidado infantil o el deseo de autonomía influyen en la decisión de emprender
	Condición de minoría (raza/estatus)	Introduce barreras adicionales que afectan a las intenciones emprendedoras
	Resiliencia y rasgos psicológicos	La resiliencia permite afrontar obstáculos y sostener la intención emprendedora
	Motivación hacia poder e independencia económica	El emprendimiento se asocia con autorrealización, logro y autonomía económica
APTITUDINALES (se hace, rasgos desarrollables)	Networking y habilidades sociales	La capacidad de generar redes y relaciones influye positivamente en la intención emprendedora
	Aprendizaje y formación emprendedora	El emprendimiento puede desarrollarse mediante formación y experiencia
	Motivaciones exógenas	Factores como oportunidades laborales o aspiraciones profesionales estimulan el emprendimiento
	Cultura laboral y experiencias previas	Entornos que favorecen la autonomía refuerzan la orientación emprendedora
	Conocimiento de recursos y formación práctica	La falta de conocimientos sobre financiación o creación de empresas actúa como barrera clave
	Experiencia acumulada	La orientación emprendedora se fortalece con la experiencia y el aprendizaje progresivo

Tabla 1. Barreras internas al emprendimiento: actitudes (dimensiones innatas) y aptitudes (adquiridas). Fuente: Elaboración propia.

Esta distinción no implica una separación rígida entre factores “innatos” y “adquiridos”, sino que responde a una lógica explicativa que permite comprender mejor cómo se configuran las intenciones emprendedoras y, especialmente, identificar ámbitos de intervención educativa. En este sentido, cobra especial relevancia el papel de la educación superior, no solo como espacio de transmisión de conocimientos, sino como entorno clave para el desarrollo de competencias emprendedoras —particularmente en el ámbito digital— que contribuyan a reducir barreras, fortalecer la autopercepción y promover una mayor equidad en el acceso al emprendimiento.

La universidad, por tanto, adquiere un papel central, no solo en el desarrollo de conocimientos técnicos, sino también en la adquisición de habilidades clave para el emprendimiento digital, como la capacidad de generar redes de contacto (networking), la competencia social o la identificación de oportunidades. De hecho, la evidencia empírica muestra que la astucia social y la capacidad de creación de redes tienen efectos positivos significativos en la intención emprendedora de las mujeres (Phipps & Prieto, 2015), siendo además factores especialmente relevantes en determinados sectores (Costa et al., 2016). Asimismo, una de las barreras más importantes identificadas es la falta de conocimiento sobre recursos económicos y sobre cómo iniciar una actividad empresarial, lo que pone de manifiesto la necesidad de fortalecer la formación en competencias emprendedoras y en la toma de decisiones estratégicas (Cho et al., 2019). En esta línea, diversos estudios evidencian que el alumnado que ha recibido educación en emprendimiento presenta mayores niveles de intención emprendedora que aquel que no ha tenido acceso a este tipo de formación (Tessem Gerba, 2012), lo que refuerza la idea de que la orientación emprendedora se construye progresivamente a través de la experiencia y el aprendizaje acumulado (Khanka, 2009).

En este sentido, la universidad se configura como un espacio estratégico para el desarrollo de estas competencias, no solo desde una perspectiva instrumental, sino también orientada a fortalecer la autopercepción, la confianza y la agencia del alumnado. Integrar la formación en emprendimiento digital en la educación superior permite, por tanto, no solo reducir barreras y desigualdades —incluidas las de género previamente señaladas—, sino también potenciar perfiles profesionales capaces de identificar oportunidades, generar valor y desenvolverse de manera crítica, creativa y resiliente en la economía digital.

3. Metodología

La finalidad principal de este artículo es explorar las diferencias de género entre el alumnado de último curso de las universidades para el emprendimiento digital. Con la finalidad de dar respuesta a la pregunta ¿existen diferencias significativas en cuanto al género en la autopercepción del alumnado universitario en relación al emprendimiento digital? Se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Reflexionar sobre factores críticos y posibles barreras al emprendimiento femenino que puedan estar presentes también en el ámbito del emprendimiento digital liderado por mujeres.
- Recabar información útil para definir necesidades formativas del alumnado universitario español en materia de emprendimiento digital.

Para ello se optó por un diseño de investigación no experimental, cuantitativo, de corte exploratorio con el cuestionario como instrumento de recogida de información.

3.1. Técnica e instrumento metodológico

La presente investigación cuenta con la aprobación del Comité de ética de la Universidad de Murcia y parte de un instrumento diseñado en un proyecto anterior, EMDigital, en el que participó parte del equipo de MAEDU. Estableciendo relaciones entre el Marco europeo de emprendimiento EntreComp y el Marco europeo de Competencia Digital para los ciudadanos DigCom 2.1, en ese proyecto se creó un modelo para el análisis de competencias de emprendimiento digital entre el alumnado que combina ambas dimensiones, esto es, emprendimiento y competencia digital. Este modelo se organiza en cuatro áreas y 15 sub-competencias y se fundamenta en 46 indicadores que concretan la aplicación práctica de las mismas (Figura 1) (González,



Prendes & Solano, 2022).

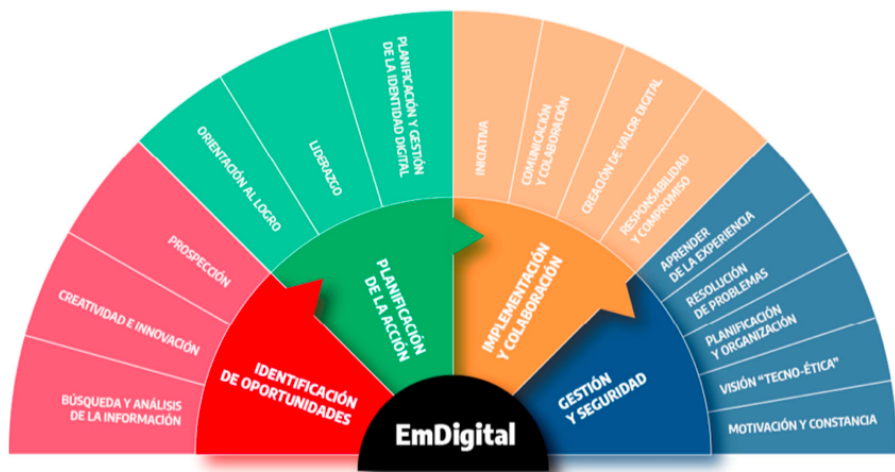


Figura 1. Modelo EmDigital. Competencias para el emprendimiento digital de los estudiantes universitarios. Fuente: www.um.es/emdigital/el-modelo (cit. por Prendes, 2022).

Con el modelo EMDigital mencionado, se construyó un modelo de encuesta que ha servido de base para la presente investigación. Esta encuesta, además de un primer apartado para datos sociodemográficos del alumnado encuestado, constaba de cuatro bloques correspondientes a las cuatro dimensiones del modelo EmDigital: 1) Identificación de oportunidades; 2) Planificación de la acción; 3) Iniciativa y colaboración; y 4) Gestión y seguridad. En todos los casos se planteaban preguntas de valoración, tipo Likert sobre Escala del 1 al 5, sobre enunciados (8, 11, 15 y 21 respectivamente, 55 en total) vinculados a competencias específicas (15 en total) de cada una de estas cuatro dimensiones (4 en total como se anticipó, ver Figura 1).

Previo digitalización de la encuesta y creación de una base de datos para almacenar las respuestas a través de la propia infraestructura de la Universidad de Murcia, a finales de 2024 (septiembre-diciembre) se procedió al suministro de la encuesta por parte de los investigadores designados en cada universidad. Se realizó entre alumnado de últimos cursos de Grado de seis universidades españolas (Murcia, Girona, Málaga, Las Palmas y A Coruña), aquellas donde el proyecto contaba con representación. En cuanto a áreas de conocimiento de procedencia de los estudiantes, se buscó lograr proporcionalidad entre el número de encuestas por área y el número de estudiantes de dicha área en cada universidad ese curso académico; con ello, se trazó una propuesta de muestreo (ver Tabla 2). De estas áreas, se seleccionaron distintos grados de forma aleatoria y se localizó profesorado con docencia en últimos cursos dentro de éstos.

		Desglose por áreas de conocimiento						
Universidad	N.º partic.	Artes y H.	Cienc.	C. Sal.	C.Soc.	C.Jur.	Eco.	Ing. y Arq.
Universidad de Murcia	672	81	67	146	235	67	39	36
Universidad de Girona	350	27	35	44	123	35	21	65
Universidad de Málaga	775	91	114	152	190	76	76	76
Universidad de las Palmas	408	38	7	66	122	65	32	78
Universidad de Granada	1187	174	122	235	297	154	70	135
Universidad de Vigo	499	46	39	30	125	75	35	148
Universidad de A Coruña	355	15	21	38	89	53	25	114
Total	4246	473	404	712	1180	526	299	654

Tabla 2. Propuesta de distribución de muestra previa al suministro de cuestionarios entre estudiantes universitarios. Fuente: Elaboración propia.



Para garantizar una correcta cumplimentación de la encuesta y una tasa de respuesta amplia, se estableció que lo idóneo era que el alumnado respondiera el cuestionario en el aula. Así que se diseñó un proceso estandarizado de contacto e invitación al profesorado, solicitando su colaboración en el estudio cediendo unos minutos de tiempo en el aula para el suministro de las encuestas.

La participación en las encuestas fue voluntaria y anónima, garantizando en todo momento el cumplimiento de los principios éticos y la confidencialidad de la información. En general los miembros del equipo de investigación de cada universidad estuvieron presentes durante la respuesta a la encuesta para facilitar la experiencia a los participantes.

3.2. Muestra obtenida

Se logró una muestra amplia y diversa, de 4271 participantes (superior a la estimada), distribuidos en diversas áreas de estudio: Artes y Humanidades (6.60%), Ciencias (9.13%), Ciencias de la Salud (24.30%), Ciencias Sociales (27.56%), Ciencias Jurídicas (21.61%), Economía (8.76%) e Ingeniería y Arquitectura (2.04%).

Se trata de una muestra representativa al 95%, con un margen de error global de 1,48%. Por género, eran mujeres en un 62,7%, hombres en un 35,4% y no binaries/as en 0,9%; un 0,8% prefirieron no revelar su género y un 0,2% se acogieron a la opción de autodescribirse.

3.3. Análisis de resultados

El análisis de resultados se efectuó a través de pruebas no paramétricas U de Mann-Whitney para comparar las puntuaciones entre hombres y mujeres en aquellos ítems del cuestionario que reflejan la percepción del estudiantado de su capacidad de emprender con la ayuda de tecnologías digitales. Dada la baja incidencia de las opciones de género no binarias (1,9% en total), descartada su incidencia estadística, a los efectos de este análisis se trabajó solo con la variable dicotomizada (mujer/hombre), y se consideraron perdidos los restantes valores.

La tabla 3 muestra los ítems analizados y su relación con las capacidades de emprendimiento señaladas por Maqueda et al. (2003) y Martínez y García (2010) y que tratan de englobar las barreras internas al emprendimiento señaladas en la revisión de la literatura, tanto actitudinales como aptitudinales.

	Capacidad	Nº	Item
Capacidades actitudinales	Capacidad de decisión y motivación	20	Estoy decidido a crear un proyecto de emprendimiento digital en el futuro
		47	Me considero capaz de gestionar el desarrollo de un proyecto emprendedor
		55	Me motiva usar TIC en el desarrollo de mis ideas innovadoras
	Capacidad para asumir riesgos	14	Cuando tengo una idea, utilizo todos los recursos (materiales y personales) a mi disposición para convertirla en un producto final de éxito
		31	En la elaboración y desarrollo de proyectos innovadores soy capaz de asumir mi responsabilidad
	Capacidad profesional y autoeficacia	4	Soy capaz de usar tecnologías digitales para buscar oportunidades de negocio
		8	Soy capaz de determinar si las ideas que tengo son factibles de ser desarrolladas e implementadas en un futuro inmediato
		28	Soy capaz de usar los recursos digitales que contribuyen al desarrollo de una idea
		35	Las TIC me ayudan a detectar cualquier error durante mi proceso de trabajo
		36	Las TIC me ayudan a encontrar nuevas oportunidades durante el desarrollo de mi proyecto emprendedor
		38	Soy capaz de definir estrategias que evalúen el rendimiento de un proyecto de emprendimiento digital
		39	Sería capaz de identificar fácilmente cualquier problema durante el desarrollo de una propuesta de emprendimiento
		42	Soy capaz de anticipar posibles errores y sus soluciones en el desarrollo de un trabajo
		53	Me considero capaz de proponer soluciones con TIC a problemas que surjan en un proyecto



	Capacidad	Nº	Ítem
Capacidades actitudinales	Capacidad de aguante, tenacidad y flexibilidad mental	37	Aprovecho los problemas surgidos en un proyecto como una oportunidad de aprendizaje
		46	Sería capaz de actuar eficazmente ante los imprevistos surgidos en el desarrollo de un proyecto de emprendimiento digital
		48	Soy capaz de proponer estrategias de mejora para mantener actualizados los proyectos de emprendimiento digital que realice en el futuro
		52	Soy constante y persistente cuando inicio el trabajo en un proyecto emprendedor
	Capacidad para liderar proyectos	15	Soy capaz de influir en las decisiones del grupo de trabajo para conseguir orientar un producto final
		21	Soy capaz de involucrar a otros en mis ideas innovadoras
	Capacidad de generar networking y trabajo en equipo	3	Sé cómo puedo contribuir con mis ideas a promover iniciativas emprendedoras en red
		9	Es importante contar con un equipo de trabajo para abordar proyectos de emprendimiento
		11	El buen funcionamiento de un equipo de trabajo es importante para el éxito de un proyecto emprendedor en red
		16	Se utilizan tecnologías digitales para comunicar a mi equipo las novedades de un proceso de trabajo
		19	Es importante tener una potente identidad digital para abordar proyectos de emprendimiento digital
		22	Las TIC me ayudan a gestionar mi red personal de contactos profesionales en el mundo virtual
		25	Soy capaz de usar las TIC para compartir el contenido de mi proyecto emprendedor
		30	Suelo colaborar con otros para crear, integrar y reelaborar recursos y contenidos digitales
	Capacidad de innovar	5	Soy capaz de proponer ideas innovadoras que tengan una aplicación práctica
		6	Tengo ideas innovadoras que se podrían concretar en proyectos de emprendimiento digital en un futuro
		24	Soy capaz de crear grupos privados en redes sociales para gestionar el desarrollo de una propuesta innovadora
	Capacidad de aguante, tenacidad y flexibilidad mental	37	Aprovecho los problemas surgidos en un proyecto como una oportunidad de aprendizaje
		46	Sería capaz de actuar eficazmente ante los imprevistos surgidos en el desarrollo de un proyecto de emprendimiento digital
		48	Soy capaz de proponer estrategias de mejora para mantener actualizados los proyectos de emprendimiento digital que realice en el futuro
		52	Soy constante y persistente cuando inicio el trabajo en un proyecto emprendedor
	Capacidad de organización	7	Es importante definir con claridad los logros que se pueden alcanzar con un nuevo proyecto
		10	Las TIC pueden ayudar en el diseño de proyectos de emprendimiento
		42	Soy capaz de anticipar posibles errores y sus soluciones en el desarrollo de un trabajo
		43	Ideo soluciones que resuelven problemas ante diferentes situaciones
	Capacidad de negociación	44	Considero fundamental cumplir con los plazos en las tareas de un proyecto emprendedor
		40	Utilizo diversos recursos digitales a mi disposición para encontrar soluciones con mi equipo de trabajo
	Capacidad ética	41	Conozco estrategias para mediar y solucionar los problemas de comunicación y organización del grupo de trabajo
		12	El diseño de proyectos inclusivos es un factor clave para su éxito (proyectos que contemplen colectivos desfavorecidos, desigualdad económica o social, diversidad funcional, etc.)
		13	Una clave de éxito de los proyectos de emprendimiento es respetar el medio ambiente con una visión de futuro (sostenibilidad)
		32	Reconozco siempre la autoría del contenido digital que utilizo
		34	Cuando me comunico en la red, actúo siempre de manera respetuosa
		49	Utilizo identidades reales en red, siempre ligadas a una persona o entidad (p.e. nombre del proyecto, empresa rastreable y clara)
		50	Sabría usar las TIC para garantizar la seguridad y la protección de datos en los proyectos de emprendimiento

Tabla 3. Ítems analizados para cada capacidad de emprendimiento. Fuente: Elaboración propia.

4. Resultados

Comenzando el análisis de resultados por las capacidades actitudinales, podemos observar que resultados relacionados con la capacidad de decisión y motivación muestran diferencias significativas entre hombres y mujeres para todos los ítems del apartado ($p < 0,001$) tal y como se puede comprobar en el Gráfico 1. En todos ellos, la media en las contestaciones de los hombres es superior a la de las mujeres. El ítem 20, relacionado

con la decisión de crear un proyecto de emprendimiento digital en el futuro, tiene unos resultados en media para las mujeres de 2,66, mostrando la inclinación hacia el desacuerdo con la afirmación de este grupo, y una media de 2,98 en hombres, más cercana a la neutralidad recogida por el punto 3 de la escala Likert de 5 puntos utilizada.

Respecto al ítem 47, que consultaba sobre la capacidad de desarrollar un proyecto emprendedor, la media de las contestaciones de ambos grupos superan el 3, mostrando un mayor acuerdo por parte de ambos grupos (3,50 hombres y 3,29 mujeres).

Y el ítem 55, que expone la motivación para el uso de las TIC en el desarrollo de ideas innovadoras, ofrece también unas medias más cercanas al acuerdo con la afirmación (3,68 hombres y 3,59 mujeres).

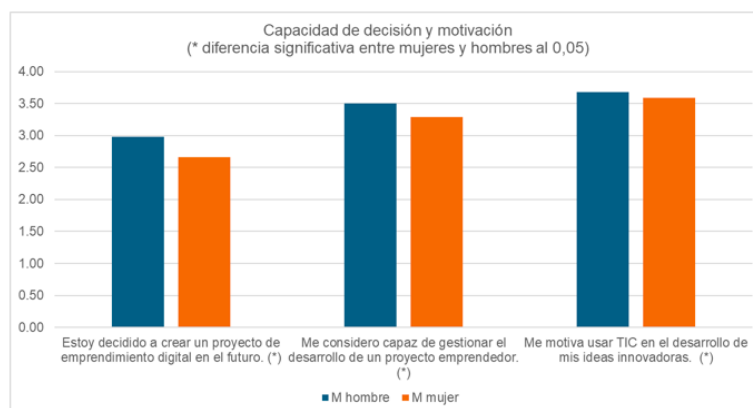


Gráfico 1. Resultados obtenidos en capacidad de decisión y motivación. Fuente: Elaboración propia.

En cuanto a la capacidad para asumir riesgos, el único ítem en el que la diferencia entre las contestaciones de ambos grupos son significativas es el 14 ($p < 0,001$), relacionado con la utilización de todos los recursos disponibles para transformar una idea en un producto de éxito (ver gráfico 2). En este caso, la media en las respuestas de las mujeres es superior a la de los hombres estando ambas cercanas al acuerdo (3,83 mujeres y 3,64 hombres).

Con respecto al otro ítem analizado en esta dimensión, el 31, relacionado con la capacidad para asumir la responsabilidad en proyectos innovadores, el grado de acuerdo en las respuestas es todavía superior al ítem anterior en ambos grupos, siendo de 4,02 para las mujeres y de 3,99 para los hombres.

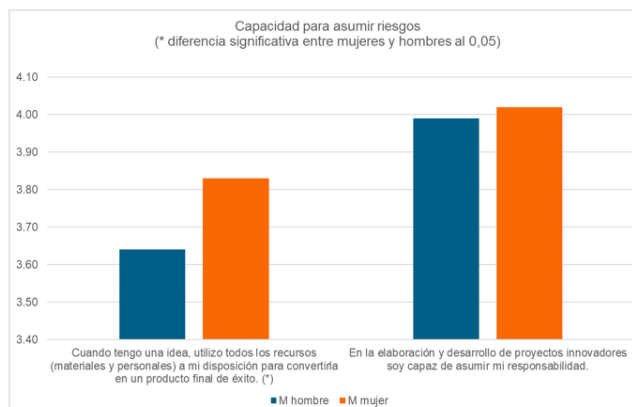


Gráfico 2. Resultados obtenidos en capacidad para asumir riesgos. Fuente: Elaboración propia.

La capacidad profesional y autoeficacia muestra tres ítems en los que hay diferencias significativas en las respuestas de hombres y mujeres (ver gráficos 3 y 4).

Son el 8 sobre la capacidad de determinar si las ideas pueden ser llevadas a cabo, el 28 sobre la capacidad de uso de recursos digitales como apoyo al desarrollo de la idea y el 35 sobre el uso de las TIC para detectar posibles errores. En todos ellos, la media de las contestaciones de los hombres es superior a la de las mujeres, mostrando un mayor grado de acuerdo, aunque es necesario señalar que las medias para ambos grupos en estas afirmaciones superan el 3,5.

El resto de las medias obtenidas en los ítems de este apartado se sitúan también en este rango del 3 al 4, y, aunque las diferencias entre ambos grupos no son significativas, cabe reseñar que en los ítems 4 y 36, referidos ambos a la capacidad de utilizar tecnologías digitales para la búsqueda de oportunidades antes y durante el proyecto respectivamente, las medias en las respuestas de las mujeres son superiores a las de los hombres (4: 3,54 mujeres y 3,25 hombres; 36: 3,78 mujeres y 3,76 hombres).

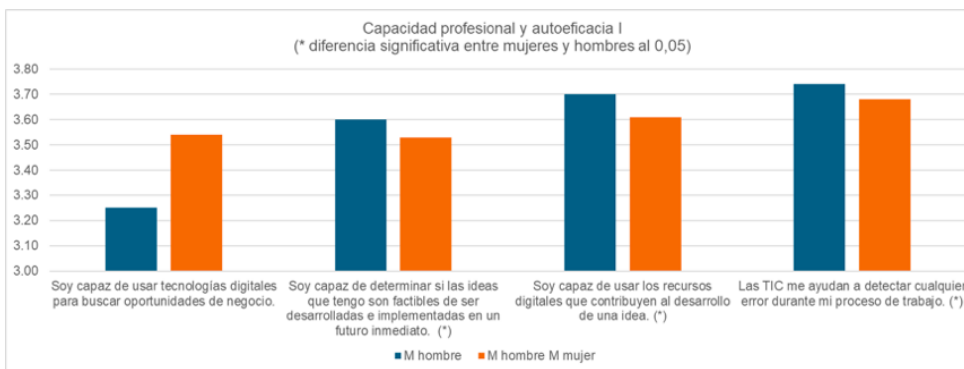


Gráfico 3. Resultados obtenidos en capacidad profesional y autoeficacia, parte I (ítems 4, 8, 28 y 35). Fuente: Elaboración propia.

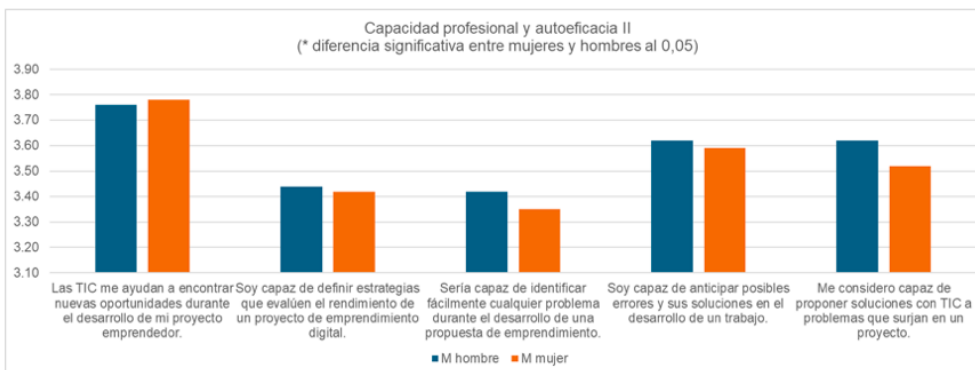


Gráfico 4. Resultados obtenidos en capacidad profesional y autoeficacia, parte II (ítems 36, 38, 39, 42 y 53). Fuente: Elaboración propia.

Dos de los ítems relacionados con la capacidad de aguante, tenacidad y flexibilidad mental muestran diferencias significativas entre los dos grupos (ver gráfico 5). El 37 sobre convertir problemas en aprendizaje y el 52 sobre la constancia y persistencia (ambos con un p valor de 0,002). En este caso, son las mujeres las que están más de acuerdo con las dos afirmaciones, con una media de 3,97 y de 3,87 respectivamente, muy cercana al acuerdo que recogía el punto 4 de la escala Likert. En el resto de las cuestiones del apartado en las que no se detectan diferencias significativas, las respuestas se muestran en ambos grupos cercanas al 3,5.

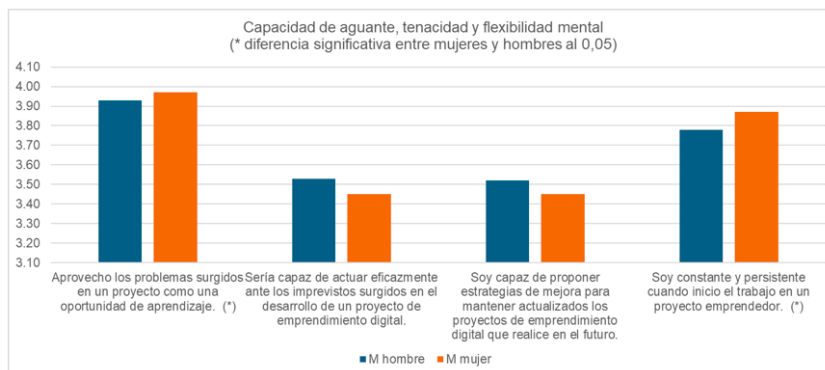


Gráfico 5. Resultados obtenidos en capacidad de aguante, tenacidad y flexibilidad mental. Fuente: Elaboración propia.

Pasando a comentar el grupo de competencias aptitudinales, es de reseñar que en la dimensión de capacidad de liderazgo, no se han encontrado diferencias significativas en las respuestas de ambas poblaciones (ver gráfico 6), aunque son ligeramente más elevadas las medias en las mujeres que en los hombres. En la capacidad de influencia en las decisiones del grupo la media en las mujeres es de 3,88, muy cercana al acuerdo, mientras que en los hombres es de 3,85. Y en la capacidad de involucrar a otros en el desarrollo de ideas propias, la media en las mujeres es de 3,51 y en los hombres 3,47.

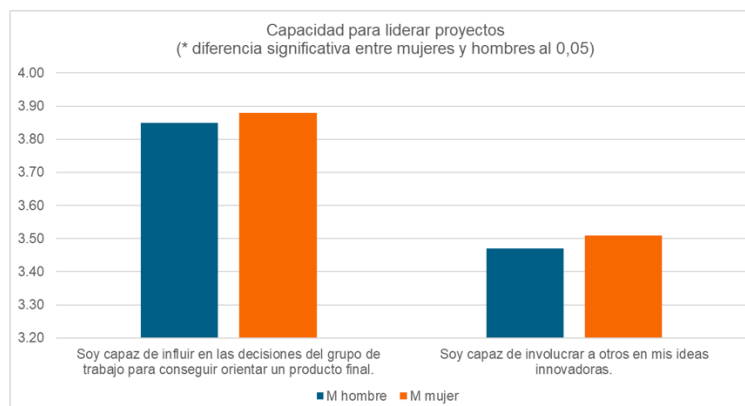


Gráfico 6. Resultados obtenidos en capacidad para liderar proyectos. Fuente: Elaboración propia.

Pasando al ámbito de la capacidad para generar networking y trabajar en equipo, encontramos 4 ítems con diferencias significativas en las contestaciones (ver gráficos 7 y 8). El ítem 3 se refiere a la promoción de iniciativas en red y muestra un p valor inferior a 0,001. En este caso, la media en las respuestas es superior en hombres que en mujeres, estando éstos más de acuerdo con la afirmación (3,14 frente al 2,95 de las mujeres, que ya se sitúa más cerca del desacuerdo).

Sin embargo, en los tres ítems restantes, son las mujeres las que muestran un mayor grado de acuerdo: el 9 se refiere a la importancia de contar con un equipo a la hora de emprender ($p < 0,001$), el 11 trata sobre el buen funcionamiento del equipo para el éxito de un proyecto en red ($p < 0,001$) y el 19 sobre la importancia de la identidad digital en los proyectos de emprendimiento digital ($p = 0,028$). Todos ellos muestran un alto grado de acuerdo por parte de ambos grupos, superior en todos los casos al 3,9 de media.

El resto de los ítems de este apartado en los que las medias fueron similares en ambos grupos muestran valores superiores al 3, estando el acuerdo de las mujeres con las afirmaciones ligeramente por encima de los hombres en las cuestiones relacionadas con el uso de las TIC para gestionar la red de contactos profesional (ítem 22, mujeres 3,71 y hombres 3,69) y la colaboración para la creación de contenidos digitales (ítem 30, mujeres 3,25 y hombres 3,21).

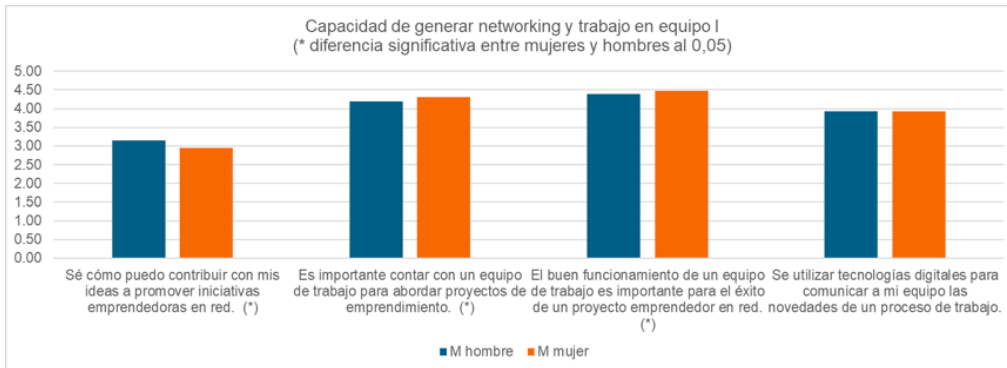


Gráfico 7. Resultados obtenidos en capacidad de generar networking y trabajo en equipo, parte I (ítems 3, 9, 11 y 16). Fuente: Elaboración propia.

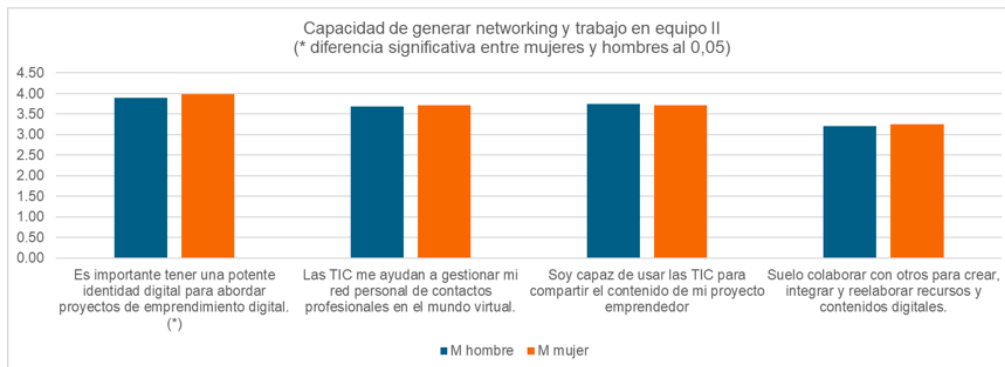


Gráfico 8. Resultados obtenidos en capacidad de generar networking y trabajo en equipo, parte II (ítems 19, 22, 25 y 30). Fuente: Elaboración propia.

Todas las afirmaciones de la dimensión relacionada con la capacidad de innovar han resultado estadísticamente significativas, mostrando diferencias en la valoración entre hombres y mujeres (ver gráfico 9). En todas ellas, los hombres muestran un mayor grado de acuerdo. La 5 trata sobre la capacidad de proponer ideas innovadoras con aplicación práctica ($p=0,004$) y la media de los hombres fue de 3,50 frente al 3,40 de las mujeres. La 6 recoge la capacidad de tener ideas innovadoras que puedan dar lugar a un emprendimiento digital ($p<0,001$) y muestra una media en los hombres de 3,20 y en las mujeres de 2,92, más cerca del desacuerdo. Y la 24 sobre la capacidad de crear grupos en redes para generar innovación ($p=0,03$) recoge unos resultados de 3,55 en los hombres y de 3,50 en las mujeres.

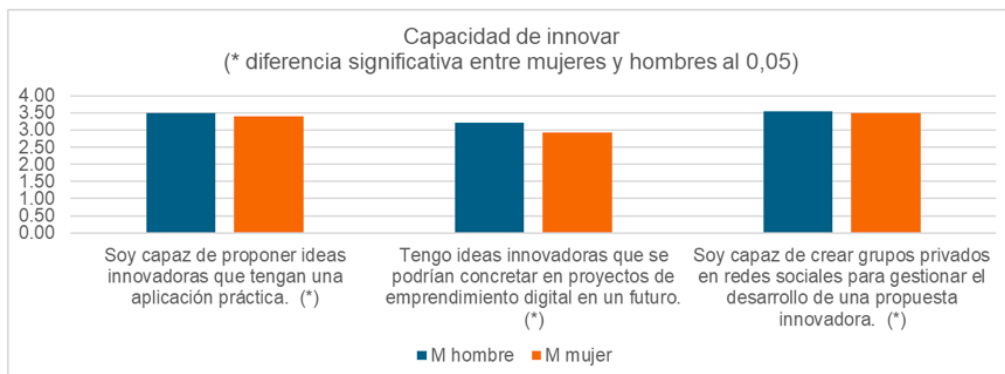


Gráfico 9. Resultados obtenidos en capacidad de innovar. Fuente: Elaboración propia.

En relación con la capacidad de organización, dos afirmaciones muestran diferencias significativas (ver gráfico 10): la 10 sobre el uso de las TIC en el diseño del proyecto y la 44 sobre la necesidad de cumplir los plazos (en ambas $p < 0,001$). Nuevamente son las mujeres las que se muestran más a favor de estos temas, mostrando un amplio acuerdo con las afirmaciones (4,44 y 4,24 respectivamente). En el resto de los ítems del apartado en los que no se detectan diferencias significativas entre ambos grupos se recogen medias por encima del 3,5 en todos los casos, más cercanas al acuerdo que al desacuerdo.



Gráfico 10. Resultados obtenidos en capacidad de organización. Fuente: Elaboración propia.

La dimensión de capacidad de negociación muestra uno de sus ítems como significativo (ver gráfico 11), en concreto el 40 que trata sobre la utilización de recursos digitales para proporcionar soluciones al equipo ($p = 0,009$), siendo las mujeres las que están más a favor de este punto con una media de 3,81 frente al 3,78 de los hombres. En cuanto al otro ítem del apartado referido al conocimiento de estrategias de mediación y solución de problemas, ambos grupos tienen una media de 3,6.

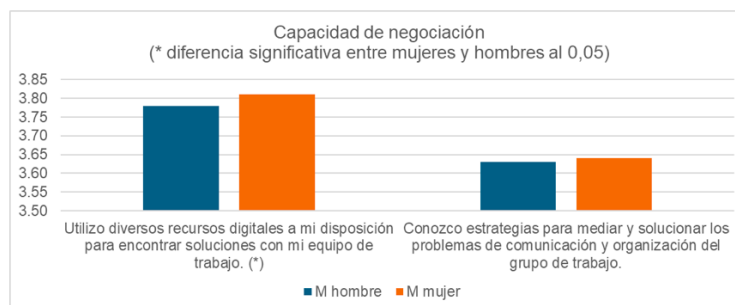


Gráfico 11. Resultados obtenidos en capacidad de negociación. Fuente: Elaboración propia.

Por último, en la capacidad ética, se detectan cuatro afirmaciones con diferencias significativas en las contestaciones de hombres y mujeres, todas ellas con un valor inferior a 0,001 (ver gráficos 12 y 13). La 12 habla del diseño de proyectos inclusivos como clave para el éxito, la 13 sobre el respeto al medio ambiente, la 34 sobre la comunicación en red respetuosa y la 49 sobre el uso de identidades reales en red. En todas ellas, las mujeres muestran mayor grado de acuerdo que los hombres con diferencias más evidentes en el ítem 12 (4,16 de media en las mujeres frente al 3,49 de los hombres) y en el 13 (4,20 mujeres y 3,75 hombres).

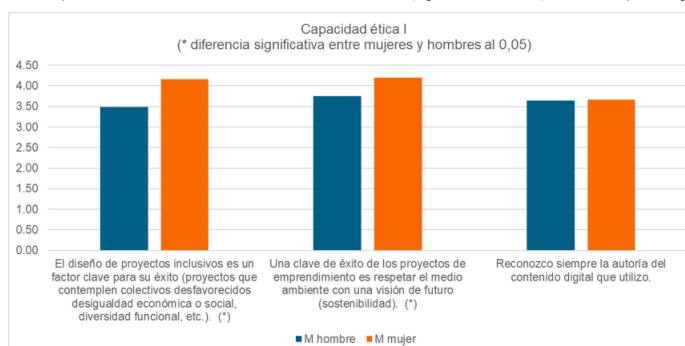


Gráfico 12. Resultados obtenidos en capacidad ética, parte I (ítems 12, 13 y 32). Fuente: Elaboración propia.

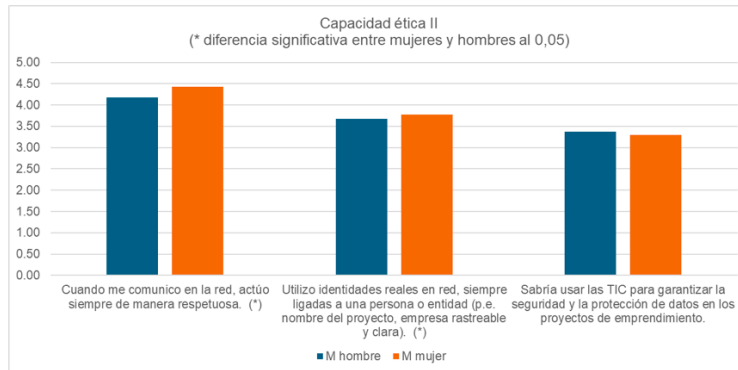


Gráfico 13. Resultados obtenidos en capacidad ética, parte II (ítems 34, 49 y 50). Fuente: Elaboración propia.

Por tanto, teniendo en cuenta los resultados obtenidos, las mujeres que están en su última etapa como estudiantes universitarias parecen mostrar mejores puntuaciones en la capacidad para asumir riesgos y en la capacidad de aguante, tenacidad y flexibilidad mental en cuanto a capacidades actitudinales, y en la capacidad de organización, la capacidad de negociación y, sobre todo, la capacidad ética en cuanto a capacidades aptitudinales. Mientras que los hombres en esta misma situación parecen destacar más en capacidad de decisión y motivación y capacidad profesional y autoeficacia en relación a capacidades actitudinales, y en capacidad de innovación en relación a las capacidades aptitudinales. No se encuentran diferencias significativas entre ambos grupos en la capacidad de liderazgo y, en cuanto a la capacidad de generar networking y trabajar en equipo, aunque los hombres se muestran más a favor de las iniciativas en red, las mujeres destacan más la labor en equipo y la identidad digital para el éxito del proyecto emprendedor.

5. Conclusiones

La literatura evidencia la persistencia de diferencias de género en el emprendimiento digital desde etapas formativas. Estas se explican por la menor presencia femenina en ámbitos tecnológicos, brechas en competencias digitales y en la autopercepción emprendedora, así como por condicionantes estructurales que limitan su participación en iniciativas innovadoras (Barra et al., 2024; ClosinGap, 2024; Conde-Ruiz et al., 2023). En el contexto universitario español, donde se centra nuestro estudio, persisten diferencias de género en cuanto a la elección de estudios, con menor presencia femenina en STEM, y en cuanto a la confianza en competencias digitales y emprendedoras (Palomares-Ruiz, García Toledano y Cebrián-Martínez, 2021; Ministerio de Universidades, 2023; y CRUE Universidades Españolas, 2021). Esto es, la brecha no solo es de acceso, sino también de autopercepción y orientación profesional.

Los resultados del estudio aquí presentado corroboran esta tendencia y muestran que, en el caso que nos ocupa, esto es, visión del alumnado de último curso de Grado de universidades españolas sobre su propia capacidad de emprendimiento digital, se cumple parcialmente la hipótesis inicial de que existen diferencias de género, al diferir la autopercepción de alumnas y alumnos en aspectos como la capacidad de decisión y motivación, la utilización de recursos digitales para el desarrollo del proyecto o la innovación para el emprendimiento digital.

Las mujeres se ven menos capaces en lo relativo a crear un proyecto de emprendimiento digital y generar ideas innovadoras para el mismo. Ello justifica el trabajo que se viene realizando desde distintos organismos e instituciones para luchar contra el llamado “síndrome de la impostora” y otras barreras e impulsar la presencia de las mujeres en sectores STEAM (Federación Mujeres Jóvenes, 2024), haciendo ver a las niñas y mujeres que son capaces de innovar y emprender en muchas más áreas con las que a priori no se sienten tan identificadas.

Cabe relacionar estos resultados, por tanto, con determinadas barreras. En cuanto a las barreras

relacionadas con los factores de actitud, los resultados de este estudio han mostrado que la aversión al riesgo y la resiliencia tienen una incidencia menor en las mujeres que en los hombres, mientras que las relacionadas con la intención de desarrollar un proyecto de emprendimiento digital en el futuro son, como decíamos, mayores para las mujeres. En este ámbito las mujeres pueden mejorar en su autoeficacia para el uso de recursos digitales como apoyo al desarrollo del emprendimiento, aunque sí parece que es más habitual que las usen para la búsqueda de oportunidades antes del inicio del proyecto. Y, en relación con las barreras de tipo aptitudinal, los resultados muestran que las mujeres tienen dificultades a la hora de promocionar iniciativas en red y en la innovación para el emprendimiento digital, aunque destacan en cuanto a capacidad ética.

Como estudios futuros se recomendaría profundizar en mayor medida en las barreras identificadas para poder encontrar sus causantes originales y poder ofrecer recomendaciones para paliarlas (Tejeiro Koller et al., 2021). También sería conveniente ampliar la muestra al conjunto del Estado español, incluso, realizar una comparativa con universidades de territorio latinoamericano. De momento se aportan datos que, si bien restringidos a seis universidades españolas, conforman una muestra amplia y diversa en cuanto a ramas de conocimiento.

Si bien los resultados de nuestra investigación deben ser interpretados en el contexto de esta muestra, abren camino en un campo poco explorado y aportan, pues, el valor de su novedad y su aplicación práctica. En base a este estudio se pueden, por ejemplo, diseñar actividades o recursos de formación, apoyo y guía encaminados a fortalecer las competencias de intención de emprender, de generar ideas innovadoras y de usar recursos digitales como apoyo en el proceso de las mujeres y a reforzar las competencias en el grado de aversión al riesgo, resiliencia y ética de los hombres. Sea cual sea su forma, el análisis corrobora la importancia de las estrategias universitarias para equilibrar las diferencias señaladas y garantizar la igualdad en el aprendizaje y la adquisición de competencias emprendedoras que permitan a egresadas y egresados liderar proyectos profesionales, en entidades propias o ajenas, sacando partido a lo digital y de forma exitosa, segura y responsable.

Agradecimientos

Desde MAEDU agradecemos al profesorado de las universidades analizadas y resto de personas que hicieron posible, con su colaboración, el desarrollo de la investigación y la obtención de respuestas a la encuesta de estudiantes. Así como a los propios estudiantes que han colaborado respondiendo los cuestionarios.

Financiación

Proyecto "MAEDU Marco de Análisis del Emprendimiento Digital en las Universidades". Entidad financiadora: Ministerio de Ciencia e Innovación, Agencia Estatal de Investigación, Plan nacional I+D+i convocatoria 2022. Referencia: PID2022-139332NB-I00.

Cómo citar este artículo / How to cite this paper

Gago-Cortés, C., González-Martínez, J., Gutiérrez Porlán, I., & Sánchez González, M. (2026). Diferencias de género en la autopercepción del emprendimiento digital del alumnado universitario en España. *Campus Virtuales*, 15(2), 219-236. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1877>

Referencias

- Anggadwita, G., & Dhewanto, W. (2016). The influence of personal attitude and social perception on women entrepreneurial intentions in micro and small enterprises in Indonesia. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 27(2-3), pp. 131-148.
- Barra, C.; Grimaldi, M.; Muazzam, A.; Troisi, O.; Visvizi, A. (2024). Digital divide, gender gap, and entrepreneurial orientation: How to foster technology adoption among Pakistani higher education students? *Socio-Economic Planning Sciences*, 93, 101904



Gago-Cortés, C., González-Martínez, J., Gutiérrez Porlán, I., & Sánchez González, M. (2026). Diferencias de género en la autopercepción del emprendimiento digital del alumnado universitario en España. *Campus Virtuales*, 15(2), 219-236. <https://doi.org/10.54988/cv.2026.2.1877>

<https://doi.org/10.1016/j.seps.2024.101904>.

Calvo, N., Fernandez-Laviada, A., Monje-Amor, A., & Atrio Lema, Y. (2025). Informe GEM España 2024/25. <https://doi.org/10.22429/Euc2025.012>

Casson, M. (1982). *The entrepreneur: An economic theory*. Rowman & Littlefield.

Chen, C. C., Greene, P. G., & Crick, A. (1998). Does entrepreneurial self-efficacy distinguish entrepreneurs from managers?. *Journal of business venturing*, 13(4), pp. 295-316.

Cho, E., Moon, Z. K., & Bounkhong, T. (2019). A qualitative study on motivators and barriers affecting entrepreneurship among Latinas. *Gender in Management: An International Journal*, 34(4), pp. 326-343. <https://doi.org/10.1108/GM-07-2018-0096>

ClosinGap (2024). Coste de la brecha de género en el emprendimiento innovador en España. Informe 16 (mayo 2024). <https://bit.ly/4tIrAU3>

Conde-Ruiz, J. I.; Ganuza, J.J.; García, M.; y Victoria, C. (2023). AI and Digital Technology: Gender Gaps in Higher Education. *CESifo Economic Studies*, 70(3), pp. 244-270. <https://dx.doi.org/10.1093/cesifo/ifa020>

Costa, C., Breda, Z., Bakas, F. E., Durão, M., & Pinho, I. (2016). Through the gender looking-glass: Brazilian tourism entrepreneurs. *International Journal of Gender and Entrepreneurship*, 8(3), 282-306. <https://doi.org/10.1108/IJGE-07-2015-0023>

CRUE Universidades Españolas. (2021). *La Universidad Española en Cifras. Año 2021 y curso académico 2021/2022*. <https://bit.ly/4w1bWF3>

Daulerio Jr, P. P. (2016). Gender differences in exogenous entrepreneurial motivation factors in the context of the post-2008 US recession business environment. *International Journal of Entrepreneurship and Small Business*, 27(2-3), pp. 149-168. <https://doi.org/10.1504/IJESB.2016.073975>

Dawson, C., & Henley, A. (2012). "Push" versus "pull" entrepreneurship: an ambiguous distinction?. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 18(6), pp. 697-719. <https://doi.org/10.1108/13552551211268139>

European Commission (2016). *EntreComp: The Entrepreneurship Competence Framework*. <https://bit.ly/42ecU30>

European Commission (2017). *DigComp 2.1: the digital competence framework for citizens with eight proficiency levels and examples of use*. Publications Office of the European Union. <https://bit.ly/48BT1qg>

European Commission. (2020). *Digital Education Action Plan (2021–2027): Resetting education and training for the digital age*. Publications Office of the European Union. <https://bit.ly/4d1bkGy>

Federación Mujeres Jóvenes (2024). *Niñas STEAM: Programa para la eliminación de la brecha digital de género*. Colección: Las jóvenes hablan. <https://bit.ly/3QYIS0F>

Fundació Ferrer i Guàrdia (2024). Encuesta sobre Brecha Digital de género en España. *Desigualdades sociodigitales desde la perspectiva de género*. <https://bit.ly/4tKGn0p>

Ghouse, S. M., Durrah, O., & McElwee, G. (2021). Rural women entrepreneurs in Oman: problems and opportunities. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 27(7), 1674-1695.

Khanka, S. S. (2009). Motivational orientation of Assamese entrepreneurs in the SME sector. *The Journal of Entrepreneurship*, 18(2), 209-218.

Kirkwood, J. (2009). Motivational factors in a push-pull theory of entrepreneurship. *Gender in management: An international journal*, 24(5), 346-364.

Kotha, R., Vissa, B., Lin, Y., & Corboz, A. V. (2023). Do ambitious entrepreneurs benefit more from training?. *Strategic Management Journal*, 44(2), 549-575.

Layek, D., & Koodamara, N. K. (2024). Motivation, work experience, and teacher performance: A comparative study. *Acta Psychologica*, 245, 104217.

Maqueda, J.; Olamendi, G. y Parra, F. (2003). *Tu propia empresa: un reto personal*. Manual útil para emprendedores. Madrid: ESIC Editorial.

Martínez, P. y García, J. G. (2010). *Business Angels. Capital inteligente para empresas innovadoras*. Oleiros: Netbiblo.

Ministerio de Universidades. (2023). *Datos y cifras del sistema universitario español*. <https://bit.ly/4n7DEMn>

OECD (2019). *OECD Skills Outlook 2019 : Thriving in a Digital World*, OECD Publishing, Paris. <https://doi.org/10.1787/df80bc12-en>

ONTSI/ Red.es (2026). *Brecha digital de género Edición 2026- Datos 2025*. Observatorio Nacional de Tecnología y Sociedad. Red.es. Secretaría de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial. Ministerio para la Transformación Digital y de la Función Pública.

ONTSI.es. <https://bit.ly/4cUWp0l>

OECD. (2021). *The missing entrepreneurs 2021: Policies for inclusive entrepreneurship and self-employment*. OECD Publishing. <https://doi.org/10.1787/71b7a9bb-en>

Palomares-Ruiz, A.; Cebrían-Martínez, A.; García-Toledano, E.; y López-Parra, E. (2021). Digital gender gap in university education in Spain. Study of a case for paired samples. *Technological Forecasting and Social Change*, Elsevier, 173, 121096. <https://doi.org/10.1016/j.techfore.2021.121096>

Patra, B. C., & Kumari, N. (2025). The research focus of academicians in analyzing women entrepreneurship intentions: A 40-year scientometric review with thematic analysis and NGT. *Acta Psychologica*, 254, 104798. <https://doi.org/10.1016/j.actpsy.2025.104798>

Phipps, S. T., & Prieto, L. C. (2015). Politicking and entrepreneurship: Determining the critical political skill dimensions for high entrepreneurial intentions. *Academy of Entrepreneurship Journal*, 21(2), pp.73-86.

Prendes-Espinosa, M.P. y García-Tudela, P.A. (2020). *Modelo EmDigital: áreas e indicadores de la competencia de emprendimiento digital*.

En E. Archundia, M.A. León, y C. Cerón (eds.) *Redes de aprendizaje digital en nodos colaborativos* (pp. 361-372). Benemérita Universidad Autónoma de Puebla. <http://bit.ly/3t3q8vG>

Prendes-Espinosa, M.P., García-Tudela, P.A. y González-Calatayud, V. (2021). Un modelo para la formación de emprendedores digitales en la universidad. En J. Ruiz-Palmero, E. Sánchez-Rivas, E. Colomo-Magaña y J. Sánchez-Rodríguez (coords.). *Innovación e investigación*

con tecnología educativa (pp. 27-40). Dykinson.

Prendes-Espinosa, M.P. (2022). Formar para el emprendimiento digital: construyendo los ciudadanos del siglo XXI. *RiiTE Revista Interuniversitaria de Investigación en Tecnología Educativa* (12), pp-1-19. <https://doi.org/10.6018/riite.525101>

Şahin, F., Karadağ, H., & Tuncer, B. (2019). Big five personality traits, entrepreneurial self-efficacy and entrepreneurial intention: A configurational approach. *International Journal of Entrepreneurial Behavior & Research*, 25(6), pp. 1188-1211. <https://doi.org/10.1108/IJEBR-07-2018-0466>

Sanchis Palacio, J. R.; Campos Climent, V.; Ejarque Catalá, A. T. (2020). Emprendimiento sostenible. Empezando desde la cocreación de valor y el bien común. *Pirámide*.

Sims, R. L., & Chinta, R. (2020). The mediating role of entrepreneurial ambition in the relationship between entrepreneurial efficacy and entrepreneurial drive for female nascent entrepreneurs. *Gender in Management: An International Journal*, 35(1), pp. 76-91. <https://doi.org/10.1108/GM-09-2019-0158>

Suratno, S., Ekawarna, E., & Kusmana, A. (2019). The analysis of the effect of entrepreneurship education, perceived desirability, and entrepreneurial self-efficacy on university students' entrepreneurial intention. *Universal Journal of Educational Research*, 7(11), pp.2507-2518. <http://doi.org/10.13189/ujer.2019.071131>

Tejeiro Koller, M., Molina López, M. M., & García Villalobos, J. C. (2021). Emprendimiento digital femenino para el desarrollo social y económico: características y barreras en España. *REVESCO. Revista de Estudios Cooperativos*, 138, e75561. <https://doi.org/10.5209/reve.75561>

Tessema Gerba, D. (2012). Impact of entrepreneurship education on entrepreneurial intentions of business and engineering students in Ethiopia. *African Journal of Economic and Management Studies*, 3(2), pp. 258-277. <https://doi.org/10.1108/20400701211265036>

UNESCO. (2018). A global framework of reference on digital literacy skills for indicator 4.4.2. UNESCO Institute for Statistics. <https://bit.ly/4tXNxyS>

World Economic Forum (2020). The Future of Jobs Report. <https://bit.ly/4tMfhpJ>

CRITERIOS DE CALIDAD COMO MEDIO CIENTÍFICO DE COMUNICACIÓN

«Campus Virtuales» cuenta con un Comité Científico Internacional de 10 investigadores internacionales y un Consejo Científico de Revisores Internacionales de más de 50 miembros. El Comité Científico asesora y evalúa la publicación, avalándola científicamente y proyectándola internacionalmente. El Comité de Revisores somete a evaluación ciega los manuscritos estimados en la publicación.

- «Campus Virtuales» ofrece información detallada a sus autores y colaboradores sobre el proceso de revisión de manuscritos y marca criterios, procedimientos, plan de revisión y tiempos máximos de forma estricta:

- 1) Fase previa de estimación/deseestimación de manuscritos (máximo 30 días);
- 2) Fase de evaluación de manuscritos con rechazo/aceptación de los mismos (máximo 150 días);
- 3) Edición de los textos en digital.

- «Campus Virtuales» acepta para su evaluación manuscritos en español e inglés, editándose todos los trabajos a texto completo en bilingüe.

CRITERIOS DE CALIDAD DEL PROCESO EDITORIAL

«Campus Virtuales» edita sus números con una rigurosa periodicidad semestral (en los meses de marzo y octubre, meridianos de los semestres). Mantiene, a su vez, una estricta homogeneidad en su línea editorial y en la temática de la publicación.

- Todos los trabajos editados en «Campus Virtuales» se someten a evaluaciones previas por expertos del Comité Científico así como investigadores independientes de reconocido prestigio en el área.

- Las colaboraciones revisadas en «Campus Virtuales» están sometidas, como mínimo requisito, al sistema de evaluación ciega por pares, que garantiza el anonimato en la revisión de los manuscritos. En caso de discrepancia entre los evaluadores, se acude a nuevas revisiones que determinen la viabilidad de la posible edición de las colaboraciones.

- «Campus Virtuales» notifica de forma motivada la decisión editorial que incluye las razones para la estimación previa, revisión posterior, con aceptación o rechazo de los manuscritos, con resúmenes de los dictámenes emitidos por los expertos externos.

- «Campus Virtuales» cuenta en su organigrama con un Comité Científico, Consejo de Revisores y Consejo Técnico, además del Editor, Editores Adjuntos, Centro de Diseño y Gestión Comercial.

CRITERIOS DE LA CALIDAD CIENTÍFICA DEL CONTENIDO

- Los artículos que se editan en «Campus Virtuales» están orientados básicamente al progreso de la ciencia en relación con el uso de las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) en la educación.

- Los trabajos publicados en «Campus Virtuales» acogen aportaciones variadas de expertos e investigadores de todo el mundo, velándose rigurosamente en evitar la endogamia editorial, especialmente de aquéllos que son miembros de la organización y de sus Consejos.

ua
JOURNALS

www.uaajournals.com

United Academic Journals

Red Universitaria de Campus Virtuales (RUCV)



www.campusvirtuales.net



ua

JOURNALS

www.uajournals.com

United
Academic
Journals

