



# InnoEducaTIC 2023

X Jornadas Iberoamericanas de Innovación  
Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC  
Las Palmas de Gran Canaria, 16 y 17 de noviembre de 2023

Editores:

**Jesús B. Alonso Hernández**

**David de la Cruz Sánchez Rodríguez**

**José M. Canino Rodríguez**

**Antonio G. Ravelo García**

**Carlos M. Travieso González**

**Santiago T. Pérez Suárez**



# **Libro de Actas de las X Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC**

Las Palmas de Gran Canaria, 16 y 17 de noviembre de 2023

**ISBN:** 978-84-09-51520-2

## **Editores:**

Jesús B. Alonso Hernández  
David de la Cruz Sánchez Rodríguez  
José M. Canino Rodríguez  
Antonio G. Ravelo García  
Carlos M. Travieso González  
Santiago T. Pérez Suárez

## **Editores:**

Jesús B. Alonso Hernández  
David de la Cruz Sánchez Rodríguez  
José M. Canino Rodríguez  
Antonio G. Ravelo García  
Carlos M. Travieso González  
Santiago T. Pérez Suárez

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

**ISBN:** 978-84-09-51520-2

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

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

Impreso por ATETIC de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria  
Las Palmas de Gran Canaria  
Primera Edición  
Noviembre 2023

## Prólogo

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

Es importante destacar que, si bien la tecnología desempeña un papel fundamental en la educación del siglo XXI, nuestro enfoque principal siempre será el aspecto pedagógico. La tecnología es una herramienta que nos permite ampliar nuestras posibilidades educativas, pero es la calidad de la enseñanza y el compromiso de los educadores lo que realmente marca la diferencia. Durante estas jornadas, dedicaremos tiempo para discutir y reflexionar sobre metodologías vanguardistas y recursos educativos emergentes, con un énfasis en aquellos impulsados por la inteligencia artificial, siempre manteniendo presente que nuestro objetivo final es crear un futuro educativo inspirador.

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

Las diferentes áreas temáticas de InnoEducaTIC 2023 son las siguientes

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

En Las Palmas de Gran Canaria a 16 de noviembre de 2023  
Comité Organizador del InnoEducaTIC 2023



## **Comité Organizador**

### **Presidente:**

Jesús B. Alonso Hernández (ULPGC)

### **Vice-Presidente:**

David Sanchez Rodriguez (ULPGC)

### **Secretario:**

Antonio G. Ravelo García (ULPGC)

### **Vocales**

José Miguel Canino Rodríguez (ULPGC)

Carlos M. Travieso González (ULPGC)

Santiago T. Pérez Suárez (ULPGC)

Miguel Ángel Quintana Suárez (ULPGC)

María Soraya García Sánchez ULPGC)

Carmen Isabel Luján García (ULPGC)

José Juan Castro Sánchez (ULPGC)

Mirian Martín Paciente (ULPGC)



## **Comité Técnico-Científico**

Agustín Sánchez Medina	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Aída María De Vicente Domínguez	<b>Universidad de Málaga (España)</b>
Alberto Pedrouzo Ulloa	<b>Universidad de Vigo (España)</b>
Alejandro Álvarez Nobell	<b>Universidad de Málaga (España)</b>
Alejandro Suárez-Bonnet	<b>The Royal Veterinary College (Reino Unido)</b>
Alex Fernández Muerza	<b>Universidad del País Vasco (España)</b>
Almudena Muñoz Gallego	<b>Universidad Complutense de Madrid (España)</b>
Ana Cano Ramírez	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Ana Filipa Martins	<b>Universidade di Algarve (Portugal)</b>
Ana Gimeno Sanz	<b>Universidad Politécnica de Valencia (España)</b>
Ana Ruth Vidal	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Ana Sánchez Rodríguez	<b>Universidad de Vigo (España)</b>
Ángel Mario García Pedrero	<b>Universidad Politécnica de Madrid (España)</b>
Antonio Fernández	<b>Universidad de Vigo (España)</b>
Antonio Fernández Álvarez	<b>Universidad de Vigo (España)</b>
Aránzazu Berbey Álvarez	<b>Universidad Tecnológica de Panamá (Panamá)</b>
Beatriz Rodríguez Díaz	<b>Universidad de Málaga (España)</b>
Carlos Ramírez Casaña	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Carmen Luján García	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Celia Martín de León	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Daniela Cecic Mladinic	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Daniela Musicco Nombela	<b>Universidad Francisco de Vitoria (España)</b>
Desiderio García Almeida	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Dionisio Rodríguez-Esparragón	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Domingo Marrero Marrero	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Eduardo Quevedo Gutiérrez	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Elena del Pilar Jiménez	<b>Universidad de Málaga (España)</b>
Fábio Mendonça	<b>Universidade de Lisboa (Portugal)</b>
Federico Padrón Martín	<b>Universidad de La Laguna (España)</b>
Félix Tobajas Guerrero	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Francisco J. Marcello Ruiz	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Francisco Siles Canales	<b>Universidad de Costa Rica (Costa Rica)</b>
Francisco Vargas Bonilla	<b>Universidad de Antioquía (Colombia)</b>
García Calisaya Francisco	<b>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú)</b>
Gema A. Castillo Sánchez	<b>Universidad Tecnológica de Panamá (Panamá)</b>
Gema María Lobillo Mora	<b>Universidad de Málaga (España)</b>
Humberto Alvarez Alvarado	<b>Universidad Tecnológica de Panamá (Panamá)</b>
Ignacio Marín García	<b>Escuela Superior Politécnica del Litoral Ecuador</b>
Ignacio Marín-García	<b>Escuela Superior Politécnica del Litoral Ecuador</b>
Isabel De La Torre Diez	<b>Universidad de Valladolid (España)</b>
Javier Dóniz-Páez	<b>Universidad de La Laguna (España)</b>
Jessica Pérez-Luzardo Díaz	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Jesús Balado Frías	<b>Universidad de Vigo (España)</b>
Jordi Solé-Casals	<b>Universidad de Vic Catalunya (España)</b>
Jorge Arroyo Hernández	<b>Universidad Nacional de Costa Rica (Costa Rica)</b>
José María Santos Rovira	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
José Alberto Herrera Melián	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
José Luis Vásquez Núñez	<b>Universidad de Costa Rica (Costa Rica)</b>

José Luis Zamora Manzano	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
José María Santos Rovira	<b>Universidade de Lisboa (Portugal)</b>
José Muñoz Jiménez	<b>Universidad de Málaga (España)</b>
Jose Raduan Jaber Mohamad	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Jose Ramon Velazquez Monzon	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Juana Rosa Suárez Robaina	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Leonel Ruiz Miyares	<b>Centro de Lingüística Aplicada de Santiago de Cuba (Cuba)</b>
Lucía Díaz Vilariño	<b>Universidad de Vigo (España)</b>
Lucía Díaz Vilariño	<b>Universidad de Vigo E(España)</b>
Luis Gómez-Déniz	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Luis Manuel Fernández Martínez	<b>Universidad a Distancia de Madrid (España)</b>
M. Pilar Romero López	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
M <sup>a</sup> Isabel Jiménez Serranía	<b>Universidad Europea Miguel de Cervantes (España)</b>
Manuel Medina Molina	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Marcelo Ramírez Ávila	<b>Universidad Mayor de San Andrés (Bolivia)</b>
Maria Carmen Blanco Arana	<b>Universidad de Málaga (España)</b>
María del Carmen Blanco Arana	<b>Universidad de Málaga (España)</b>
Maria del Cristo Adrián de Ganzo	<b>Universidad de La Laguna (España)</b>
Maria Del Cristo Adrián De Ganzo	<b>Universidad de La Laguna (España)</b>
Maria del Pilar González de la Rosa	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
María Magnolia Conde de Felipe	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Mario Luis Pumacallahui Pineda	<b>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú)</b>
Miguel Ángel Ferrer Ballester	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Miguel Vizcardo	<b>Universidad Nacional de San Agustín (Perú)</b>
Miguel Vizcardo Cornejo	<b>Universidad Nacional de San Agustín de Arequipa (Perú)</b>
Miren Karmele López de Ipiña	<b>Universidad del País Vasco (España)</b>
Modesto Castrillón Santana	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Nelson Monzón López	<b>CMLA ENS Paris-Saclay (Francia)</b>
Neus Lagunas Vila	<b>Universidade Nova de Lisboa (Portugal)</b>
Nora Barroso Moreno	<b>Universidad del País Vasco (España)</b>
Nora Barroso Moreno	<b>Universidad del País Vasco España</b>
Norberto Manuel Ramos Calero	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Patricia Chávez-Burbano	<b>Escuela Superior Politécnica del Litoral (Ecuador)</b>
Pedro Luis Castro Alonso	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Pedro Manuel Hernández Castellano	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Petra de Saá Pérez	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Pilar Maria Calvo	<b>Universidad del País Vasco (España)</b>
Rafael Socas	<b>Telefónica (España)</b>
Ricardo Santana Rodríguez	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Rodrigo do Espírito Santo da Cunha	<b>Universidad de Málaga (España)</b>
Rubén Lijó Sánchez	<b>Vector Producciones S.L (España)</b>
Ruth Martín Quintero	<b>Universidad de La Laguna (España)</b>
Salvador Benítez Rodríguez	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Sofía Martín González	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Stéphanie García-Senín	<b>Universitat Oberta de Catalunya (UOC) (España)</b>
Teresa González Pérez	<b>Universidad de La Laguna (España)</b>
Vicente Mena Santana	<b>Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (España)</b>
Xana Álvarez Bermúdez	<b>Universidad de Vigo (España)</b>
Xavier Cufi	<b>Universitat de Girona E(España)</b>





## **Programa Técnico**

### **Inauguración**

***Dña. Cecilia Dorado García***

Vicerrectora de Profesorado, Ordenación Académica e Innovación Educativa

***D. David Sánchez Rodríguez***

Vicerrector de Estudiantes, Alumni y Empleabilidad. Director de la Cátedra Telefónica-  
ULPGC

***D. Jesús B. Alonso Hernández***

Presidente de las X Jornadas InnoEducaTIC 2023

### **Sesión 1**

#### **METODOLOGÍA**

*Esther Sanjuán Velázquez, Pedro Saavedra Santana, Rafael Millán de Larriva, Abel Verdú Santana, Almudena Hernández, Natividad Ramírez and Conrado Javier Carrascosa Iruzubieta*

**Análisis de métodos para la evaluación de prácticas extramuros y de laboratorio en materia de Seguridad Alimentaria..... 1**

*Juan Israel García Cruz*

**La mejora del aprendizaje basado en proyectos mediante la incorporación de grupos de conformación progresiva y uso compartido de materiales: un caso aplicado en el ámbito universitario..... 9**

*José Alberto Herrera-Melián, Sarah Montesdeoca-Esponda, Milagros Rico-Santos, Inma Herrera, Rivero, Elsa Rodríguez-Pérez, Ignacio Alonso-Bilbao and María José Sánchez-García*

**Kahoot! como método de dinamización en una Facultad de Ciencias ..... 17**

### **Sesión 2**

#### **HERRAMIENTAS TIC**

*Miguel A. Pérez-Sousa and Rocío Carrasco-Zahínos*

**Uso de Realidad Virtual para el aprendizaje de Anatomía en Educación Primaria. Un estudio sobre la motivación del alumnado..... 25**

*Alberto Domínguez Rodríguez, Candelaria Martín González, Guillermo Burillo Putze, Daniel Hernández Vaquero and Pablo Avanzas Fernández*

**Innovación en el aprendizaje de la auscultación cardíaca: CardioBeat ..... 29**

*Jose Raduan Jaber Mohamad, Francisco Suarez, Daniel Morales, Magnolia Conde De Felipe, David Farray, Mario Encinosa, Ana Sofía Ramírez and Conrado Carrascosa*

**Estudio Comparativo entre los Métodos Tradicionales y el Uso de Técnicas Avanzadas de Diagnóstico por Imagen para el Aprendizaje de Anatomía: Resultados Preliminares..... 37**

*Sebastián Eustaquio Martín Pérez and Isidro Miguel Martín Pérez*

**Making Decision Easier, Safer, and Better: Exploring Physical Therapy students' satisfaction regarding simulated clinical environments at Universidad Europea de Canarias ..... 47**

*Magnolia Conde-Felipe, Ana Sofía Ramírez, José Manuel Molina Caballero, Antonio Ruiz Reyes, Conrado Carrascosa, Esther Sanjuán, María Luisa Díaz-Bertrana, Lidia Pitti and José Raduán Jaber*

**Técnicas de imagen y gamificación en tres áreas de conocimiento vinculadas al Grado en Veterinaria..... 53**

### Sesión 3

#### INTELIGENCIA ARTIFICIAL EN EDUCACIÓN

*David Galante-Sempere and Jesús Bernardino Alonso-Hernández*

**AI-based Practical Approach to the Development of the Digital Competencies of Educators ..... 61**

*Daniel Moreno, Victor Guerra and Antonio G. Ravelo-García*

**Experimental evaluation of Large Language Models for in-class learning experience customization..... 69**

*Carmen Álvarez-Álvarez and Samuel Falcon*

**Uso de la IA para el análisis de las preferencias de los estudiantes sobre las prácticas docentes..... 77**

*Tobias Kutzner, Eleonora Kostova and Andreas Freytag*

**Extension of an online self-assessment Apps Portal for the use of selected Moodle e-assessments ..... 87**

*Tobias Kutzner and Johanna Gröpler*

**Supporting students in the creation of requirements and functional specifications in interdisciplinary software development projects with the help of AI-based text generation tools ..... 95**

*Juan-Francisco Álvarez-Herrero*

**Análisis de 5 recursos de Inteligencia Artificial capaces de generar Situaciones de Aprendizaje ..... 103**

*Ruben Lijo, María A. Calcines, Alexis López-Puig, Alberto Zapatera and Eduardo Quevedo*

**Percepción del Estudiantado para Maestro sobre la Integración Curricular del Pensamiento Computacional en su Proceso Formativo..... 111**

### Sesión 4

#### MULTIDISCIPLINAR

*Teresa González-Pérez*

**Gender inequalities in STEM studies ..... 121**

*Zaida Ortega, Ana S. Ramirez and May Gómez*

**Grado de satisfacción de los alumnos de la Escuela de Doctorado de la ULPGC con el uso de Telegram ..... 131**

*Luis Manuel Fernández Martínez and Marta Medina Núñez.*

**Alfabetización transmedia a través de e-learning en el ámbito educativo ..... 139**

*Rubén Yáñez-Martínez, Lorena Otero Cerdeira, María Encarnación González-Rufino and Francisco J. Rodríguez Martínez*

**Simulador Didáctico de Planificación de Procesos. ¿A qué algoritmo de planificación corresponde este diagrama de ocupación de la CPU? ..... 149**

*Paulino Vasco Mariano Muguirrima, Nicolau Rafael Penicela Chirinza, Salvador Carlos Grande, Carlos Alberto Mendieta Pino, Federico Antonio León Zerpa, Sebastián Ovidio Pérez Báez and Alejandro Ramos Martín*

**Tratamiento de efluentes domésticos mediante métodos biofiltro sostenibles ..... 159**

*Nicolau Rafael Penicela Chirinza, Paulino Vasco Mariano Muguirrima, Salvador Carlos Grande, Carlos Alberto Mendieta Pino, Federico Antonio León Zerpa, Sebastián Ovidio Pérez Báez and Alejandro Ramos Martín*

**Proposal for the use of Moringa Oleifera seed extract as a coagulant in the treatment of drinking wáter ..... 167**

*Juan Carlos Lozano Medina, Vicente Henríquez Concepción, Carlos Alberto Mendieta Pino, Federico León Zerpa and Alejandro Ramos Martín*

**Propuesta de aprendizaje de un método sencillo para el diseño y optimización de un motor de combustión interna alternativo (MCIA) ..... 173**

*Aranzazu Berbey Alvarez*

**Propuesta de diplomado en Fundamentos de ingeniería ferroviaria: la vía..... 181**

## Sesión 5

### ESTUDIANTES

*Sandra Toboso*

**Programas de Innovación Educativa para el Desarrollo de Competencias Digitales en Niños de 6 a 12 años: Una Revisión Sistemática de la Literatura ..... 189**

*Héctor Rubén Díaz Ojeda and Julio Pérez Sánchez*

**¿Puede un alumno ser profesor de universidad? Metodología de aprendizaje basada en la explicación de la lección ..... 195**

*Eligia González Rodríguez, Jaime Espinosa García San Roman, Ana Sofía Ramirez Corbera, Carmen Dolores González Díaz and Eligia Rodriguez Ponce*

**Burnout en los estudios de veterinaria de la universidad de las palmas de gran canaria. Cuestionario del Síndrome de Burnout de Copenhague (ULPGC)..... 203**

*Iván Martín Rodríguez, Mónica Pellejero Silva and Ayose Lomba Pérez*

**Pulsa para comenzar una aventura: la identidad digital del jugador en la construcción de experiencias gamificadas ..... 211**

## Sesión 6

### METODOLOGIAS

*Cathaysa Santana-Rodríguez*

**Some tips for raising cultural awareness in the EFL classroom ..... 221**

*Noemi Melián Martel, Ana María Blanco Marigorta, Hugo González Martínez, Rosa María Redondo Miranda, María José Ibáñez González and Tania Mazzuca Sobczuk.*

**Colaboración online entre estudiantes de Ingeniería Química peninsulares e insulares ..... 229**

*Eduardo Alemán López and Miguel Angel Quintana Suárez*

**Propuesta de adopción de la metodología SCRUM en el proceso de enseñanza aprendizaje en entornos universitarios ..... 235**

*Pedro Manuel Hernández Castellano, Francisco Jesús Santana-Sarmiento, María Dolores Marrero-Alemán, Inés María Ángulo-Suárez, Jenifer Vaswani-Reboso, María Flora Andrés De Araujo, Mariana Hernández-Pérez, Roberto Elías Araña-Suárez, Annabella Narganes-Pineda and Paula González-González*

**Acción tutorial de promoción: Acércate a la Ingeniería. .... 243**

*José Alberto Herrera-Melián, Ignacio Alonso-Bilbao and María Soraya García-Sánchez*

**Percepciones del estudiantado de English as a Medium of Instruction (EMI) en el Grado en Ciencias del Mar ..... 251**

*Miriam Alvarez Lorenzo, Guacimara Rodríguez Suárez and Laura Aguilera Ávila*

**Análisis de las ventajas del trabajo grupal online en el Grado en Trabajo Social ..... 259**

*Remedios Yáñez Díaz, José Enrique Martín Alfonso and José Fernando Rubio Valle*

**Aprendizaje Basado en Proyectos en la docencia de materias del ámbito tecnológico ..... 267**

## Charla Inaugura

Ponente: ***Dña. Ines Temes Fuertes***

Directora de 42 Madrid - campus de programación de la Fundación Telefónica

Título: **42 Madrid**



### Resumen

42 Madrid es mucho más que un campus de programación. Es una academia de valores, de actitud y de aprendizaje de “hard y soft skills”. Un espacio de 5.000 m2 ubicado en el corazón de Distrito Telefónica, donde, de la mano de Fundación Telefónica, se plantea un modelo disruptivo de formación para todos los retos y perfiles digitales demandados por el mercado laboral. Y todo, rompiendo esquemas y paradigmas con una metodología basada en la gamificación y “el peer to peer”, una filosofía centrada en “aprender a aprender” y un espacio en el que se fomenta la creatividad, el esfuerzo, la superación y el trabajo en equipo. Con todo esto, 42 Madrid es el aprendizaje del presente.

## Ponencia Invitada

Ponente: ***Dña. Magnolia Troya Déniz***

Departamento de Filología Hispánica, Clásica y de Estudios Árabes y Orientales. ULPGC

**Título: Implementación de la herramienta digital H5P como recurso didáctico en la enseñanza universitaria: aplicaciones prácticas en la asignatura Fonética del español**



### Resumen

En el marco de la innovación educativa, la práctica docente universitaria demanda en la actualidad una enseñanza dinámica de calidad que contribuya a la motivación del alumnado y que fomente el autoaprendizaje, requisitos fundamentales para aumentar el rendimiento académico. De acuerdo con esto, los procesos docentes no deben limitarse a la simple transmisión de información, sino que deben apostar por la implementación de recursos educativos digitales que favorezcan la dinamización de la enseñanza. Esto último cobra especial importancia en la enseñanza de asignaturas que, como la Fonética en los grados de Humanidades, incluyen el aprendizaje de contenidos multidisciplinares relacionados con la lingüística, pero también con otras áreas como la medicina, la física, la informática o la acústica forense. En este contexto, H5P se muestra como un valioso recurso docente para crear Objetos Virtuales de Aprendizaje cuya repercusión en la práctica docente resulta muy beneficiosa por su carácter interactivo.

# **Análisis de métodos para la evaluación de *prácticas extramuros y de laboratorio* en materia de Seguridad Alimentaria.**

Sanjuán, E. <sup>a</sup>; Saavedra, P. <sup>b</sup>; Millán, R. <sup>a</sup>; Verdú, A. <sup>a</sup>; Hernández, A. <sup>a</sup>; Ramírez-Olivares, N. <sup>a</sup>; Carrascosa, C. <sup>a\*</sup>

<sup>a</sup> Unidad de Nutrición y Bromatología. Departamento de Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los Alimentos. Facultad de Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Trasmontaña, s/n, 35413-Arucas, Las Palmas, España.

<sup>b</sup> Departamento de Matemáticas. Campus de Tafira. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). Edificio Matemáticas, 35017-Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, España.

\*conrado.carrascosa@ulpgc.es

## **RESUMEN**

Los contenidos de la asignatura de Higiene y Protección Alimentaria impartida en el Grado en Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria incluyen entre otras secciones, las *prácticas extramuros e internas* con las que el estudiantado adquiere conocimientos y destrezas consideradas necesarias y relevantes según varias competencias del Proyecto Docente. El objetivo de este estudio fue analizar la influencia que ha tenido sobre la calificación de los estudiantes en este bloque de *prácticas*, la metodología de evaluación empleada en cinco cursos académicos consecutivos. La decisión de aplicar o no determinados indicadores (manejo técnico en laboratorio, prueba escrita teórico-práctica y/o presentación de memoria mediante entrevista personal con el docente) y considerar sus aportaciones a la puntuación total para esta sección, así como el cumplimiento total vs parcial del horario impartido al estudiantado, fueron analizados estadísticamente mediante las calificaciones obtenidas en este período. Los resultados concluyeron que la impartición de contenidos concentrada en menos tiempo, las pruebas basadas en el manejo técnico laboratorial y priorizar en el baremo las pruebas escritas teórico-prácticas influyeron negativamente sobre las calificaciones obtenidas. Esto indica que la falta de tiempo para asimilar contenidos *in situ*, la inseguridad al ejecutar pruebas en las que no tienen desenvoltura y la transcripción de sus conocimientos prácticos, disminuyen el rendimiento en la evaluación. Sin embargo, la presentación de las memorias mediante entrevista directa con el docente mejoró sensiblemente el resultado para el estudiantado al darles oportunidad de defender y rectificar su trabajo en tiempo real si fuera necesario.

**Palabras clave:** prácticas Seguridad Alimentaria, metodología evaluación prácticas, evaluación prácticas laboratorial, evaluación prácticas extramuros, evaluación destreza analítica, entrevista evaluación, evaluación pruebas teórico-prácticas.

## **1. INTRODUCCIÓN**

En 2011 la Asociación Europea de Establecimientos de Enseñanza Veterinaria (EAEVE) publicó la Resolución que fijó las competencias que los nuevos estudiantes graduados en Veterinaria deben adquirir como “Day-One Competences”. Este Plan estratégico incluye en la ULPGC el estudio de dos materias en el ámbito de la Seguridad Alimentaria cuyos contenidos se desarrollan en gran parte mediante la impartición de docencia práctica, considerada fundamental para alcanzar los objetivos propuestos y adquirir las competencias y resultados de aprendizaje programados.

Higiene y Protección Alimentaria (HIPRA) constituye la primera de las dos asignaturas pertenecientes a este ámbito de Seguridad Alimentaria, impartándose con 6 ECTS de carácter obligatorio, en el primer semestre del cuarto curso dentro del marco del área de Nutrición y Bromatología.

Los contenidos de HIPRA se distribuyen en 4 secciones (teoría, prácticas de aula, seminarios, y *prácticas extramuros e internas*), cada una de ellas desarrollada con una metodología docente específica y con su correspondiente puntuación asignada en la calificación global (Tabla 1).

**Tabla 1. Distribución docente de la asignatura de HIPRA.**

SECCIÓN	PUNTUACIÓN MÁXIMA	Nº HORAS
Teoría	40	35
Prácticas de aula	30	16
Seminarios	15	10
<i>Prácticas extramuros e internas</i>	15	21
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>82</b>

El bloque de *prácticas extramuros e internas* conlleva un alto grado de implicación por parte de los docentes que tratan de motivar al máximo el interés del estudiantado durante su desarrollo en establecimientos alimentarios (extramuros) y en el laboratorio (internas). En ellas se intenta mantener una participación activa del estudiante, estimulando *in situ* su aprendizaje y pensamiento. Para Zabalza (2016) [1] el Practicum permite al estudiantado tomar contacto con el mundo laboral real y adquirir experiencia válida de cara a su educación. Además, Bennett (2016) [2] en el ámbito de la medicina, asevera que las prácticas en los hospitales benefician no solo al estudiante, sino también al docente, pues se aumenta la retención de información por parte del estudiante con respecto a la docencia teórica, ampliándose la implicación a otros docentes. Otros autores también apoyaron este tipo de prácticas en sus diferentes estudios acerca del efecto que tienen sobre el aprendizaje [3,4].

Con ello los estudiantes adquieren parte de los conocimientos y destrezas necesarias que se plantean en varias competencias del Proyecto Docente de la asignatura. La estrategia seguida en estas clases pasa por la elaboración propia de memorias y resolución de supuestos prácticos relacionados con aspectos de la Seguridad Alimentaria.

La evaluación del aprovechamiento de las enseñanzas impartidas durante estas prácticas ha sido puesta en práctica por los docentes del área con sumo cuidado e interés, entendiéndose que es vital dar con la mejor metodología que permita calificar el aprendizaje adquirido en esta sección que, si bien no destaca por la aportación en la nota final de la asignatura (Tabla 1), sí que se considera relevante por sus contenidos que son fundamentales para la comprensión del resto de los bloques que integran la materia. Autores como Bermúdez-Rodríguez y Fuelle-Gutiérrez (2018) [5] aplicaron evaluaciones con las plataformas e-learning en la docencia de Ingeniería, percibiéndose por el alumnado como una extensión de las clases presenciales. Otros autores como Chhaya et al (2022) [6] comprobaron en su estudio que las técnicas de e-learning ayudaron al estudiante a mejorar su conocimiento, así como las habilidades del desarrollo, comprensión y la satisfacción de evaluación. También Whisenhunt et al., (2022) [7] valoraron los exámenes on line y la posibilidad de copiarse en periodos post Covid, siendo los exámenes tipo test con respuestas múltiples los que más minimizaban los porcentajes de copiarse.

Durante años, la evaluación de las *prácticas extramuros e internas* de HIPRA, ha comprendido varios indicadores (manejo técnico, prueba escrita y entrevista personal con el estudiante), que no siempre se han mantenido constantes en cuanto a su aportación cuantitativa a la calificación total de esta sección. Diversos motivos puntuales (relacionados con la naturaleza presencial de su impartición), como la baja ratio de profesores/estudiantes, la escasa disponibilidad de medios materiales y temporales o la imposición de restricciones sanitarias (la situación de emergencia de salud pública ocasionada por el COVID-19 hizo que por Real Decreto 463/2020, de 14 de marzo se limitara la presencialidad en el ámbito educativo a todos los niveles, incluido el universitario), han hecho que la ejecución y el peso de cada indicador no hayan podido ser los mismos a lo largo de los años. Estas circunstancias han llevado a adoptar cambios en la metodología y en los criterios de baremación de los indicadores en cada curso académico.

Por estos motivos, el objetivo de este estudio ha sido estudiar la influencia que ha tenido sobre la calificación obtenida por los estudiantes en el bloque de *prácticas extramuros e internas*, la modalidad de evaluación adoptada en cinco cursos académicos consecutivos, en base a los indicadores que fueron utilizados, a la importancia con la que participó cada uno de ellos en el total de la puntuación asignada por

esta sección de la asignatura, así como también al cumplimiento total vs parcial del horario impartido de estas prácticas al estudiantado.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### 2.1. MATERIAL

**2.1.1. Establecimientos alimentarios.** Lugares donde se realizaron las *prácticas extramuros*. Se realizaron visitas a los centros extramuros donde se desarrollaron las prácticas con contenidos sobre el control higiénico-sanitario en establecimientos de Arucas (Las Palmas), de restauración colectiva (cocina en CEIP Bañaderos) y sobre limpieza, desinfección, desinsectación y desratización (LDDD) en la industria alimentaria (fábrica de Ron Arehucas).

**2.1.2. Laboratorios de la Facultad de Veterinaria.** Lugares donde se realizaron las *prácticas internas*. Se contó con laboratorios de uso común de la Facultad de Veterinaria para el desarrollo de las prácticas basadas en el control microbiológico de alimentos, aguas y superficies.

**2.1.3. Estudiantes (cursos 2018/2019 a 2022/2023):** la realización de las *prácticas extramuros e internas* se estructuraron en 8 y 7 grupos respectivamente, con un número máximo de 10 estudiantes por grupo. Se seleccionó el alumnado matriculado en convocatoria ordinaria en cada uno de los cinco cursos académicos (Tabla 3).

**2.1.4. Campus Virtual de HIPRA en la web de la universidad:** donde se encontraban disponibles los archivos con los protocolos de prácticas y las correspondientes plantillas y encuestas para trabajo, elaborados por el/la profesor/a responsable (plantillas en Word, PDF o Powerpoint).

**2.1.4. Documentos de evaluación a cumplimentar por el estudiante:** durante el examen, el estudiante debía responder a los siguientes indicadores para ser evaluado:

a) *Manejo técnico:* donde se reflejan los resultados e interpretación de las pruebas analíticas de laboratorio marcadas para cada estudiante (Figura 1).

b) *Prueba escrita:* cuestionario para responder en tiempo controlado sobre aspectos de todas las prácticas realizadas (ejemplo en Figura 2). Los estudiantes podían disponer de la información que considerasen necesaria para consulta.

c) *Entrevista personal con el estudiante:* cada estudiante presenta al docente su memoria cumplimentada en formato de plantillas y encuestas facilitadas en el campus virtual para descargar y trabajarlas durante el desarrollo de cada una de las prácticas bien en el laboratorio, bien en el establecimiento alimentario (ejemplos en Figuras 3 y 4).

EVALUACIÓN PRÁCTICAS LABORATORIO HIPRA

APELLIDOS: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_  
FECHA: \_\_\_\_\_

ANÁLISIS DE LABORATORIO

PRUEBA	RESULTADO	INTERPRETACIÓN
1) MUESTRA Nº		
2) MUESTRA Nº		

Calificación: \_\_\_\_\_ (Máximo X puntos)

APELLIDOS: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_  
FECHA: \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_

CUESTIONARIO TEÓRICO-PRÁCTICO

Grupo 1.1

ES-1) ¿Qué son las placas RODAC? ¿Qué particularidad tienen? ¿A qué temperatura se incuban? ¿Por qué?

ES-2) Para el análisis microbiológico, se realizan las dos primeras diluciones (1/10 y 1/100) de una ensalada. El recuento obtenido fue en placa A (dilución 1/10): 1038 ufc y en placa B (dilución 1/100): 137 ufc. Indica el resultado final del número de unidades formadoras de colonias /g. Sólo UN resultado válido.

AV-3) Describe cómo se realiza la lectura de resultados en alimentos de los medios PCA a las 24 horas (recuento de Placa).

CC-4) Según el RD de ACH 140/2003, expresa los valores Físico-Químicos más importantes según sus valores superior e inferior, vistos en prácticas, en la ETAP y grifo final del consumidor. Explica el significado de cada uno de ellos.

CC-5) Dibuja el diagrama de flujo de una fábrica de destilación de bebidas espirituosas, tal como vimos en la visita a Arehucas. Comenta las fases más importantes de la elaboración.

Figura 1. Ficha evaluación manejo técnico

Figura 2. Ej. ficha evaluación prueba escrita

INFORME RESULTADOS MICROBIOLÓGICOS ALIMENTO

ANÁLISIS NÚMERO:		FECHA DE ANÁLISIS: Inicio:	
		Finalización:	
MUESTRA DE:			
REMITIDA POR:			
RESULTADOS ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS		ufc/g	
n=1		Criterio*	Método
PARAMETRO	ufc/g	m	M
Aerobios mesófilos totales			
Enterobacterias			
Estafilococos coagulasa +			
<i>Escherichia coli</i>			
<i>Salmonella spp.</i>			
<i>Listeria monocytogenes</i>			

\*Real Decreto 3484/2000, de 29 de diciembre, por el que se establecen las normas de higiene para la elaboración, distribución y comercio de comidas preparadas. (Derogado por Rto 2073/2005 relativo a los criterios microbiológicos aplicables a los productos alimenticios.)

DICTAMEN:

<b>CONCEPTO</b>	
<b>Inspección: Zona perimetral y Accesos</b>	
La zona perimetral externa se encuentra pavimentada y en buen estado	1
No existen acumulos de basuras en la zona perimetral externa	2
No existen encharcamientos y baldas permanentes cercanas en la zona perimetral externa	1
No existe probabilidad de encharcamientos no permanentes por filtraciones en el drenaje en los accesos	1
No existen acumulos de residuos sólidos no orgánicos	1
Hay zonas señalizadas con recipientes debidamente protegidos y cierre hermético para residuos	1
La periodicidad de recogida de residuos orgánicos no es superior a 24 horas	2
Existe plan de limpieza de exteriores	1
	EXTERIOR: 10
<b>Inspección: Interiores y Cocinas</b>	
Están señaladas de forma de contaminación y suciedad	1
Existe diferenciación clara entre zonas sucias y limpias	2
Es posible correr las distintas zonas mediante puertas adecuadas	1
Las cocinas son apropiadas al uso al que se destinan, y con dimensiones suficientes	2
Illuminación suficiente/adeuada	1
Los dispositivos de iluminación están debidamente protegidos y son fácilmente limpiables	1
Los techos presentan un aspecto limpio, libres de desconchados, grietas, humedades, telarañas, siendo accesibles y fácilmente limpiables	1
Las ventanas existentes se encuentran cerradas y/o opacas en perfecto estado	1
Ventilación suficiente/adeuada (dispositivos para eliminación de humos y vapores)	2
Las paredes presentan un aspecto limpio, sin grietas ni humedades siendo no rugosas y fácilmente limpiables	1
Existen trillos o mallas en ventanas o huecos con salida al exterior	2
No tenemos soluciones de almacenamiento no actual, dentro de utensilios de higiene	1
Los suelos presentan un aspecto limpio, sin grietas ni humedades y son fácilmente limpiables	2
Diagona de zona de recepción diferenciada y adecuada	1
Los suelos tienen suficiente inclinación hacia sumideros	1
	INTERIORES: 20
<b>Reservas</b>	
Los equipos y útiles de trabajo son exclusivos para manipulación de alimentos	1
Las superficies de trabajo son de fácil limpieza	1

Figura 3. Ej. plantilla trabajo entrevista

Figura 4. Ej. encuesta trabajo entrevista

2.1.5. Documentos de evaluación a cumplimentar por el docente: una vez corregidas las fichas cumplimentadas por cada estudiante sobre el manejo técnico, la prueba escrita y realizada la entrevista de valoración de sus memorias presentadas, se calificó el trabajo realizado en su globalidad siguiendo un modelo establecido de valoración (Figura 5).

ESTUDIANTE - APELLIDOS: \_\_\_\_\_ NOMBRE: \_\_\_\_\_  
FECHA: \_\_\_\_\_ GRUPO: \_\_\_\_\_

EVALUACIÓN MEMORIA EXTRAMUROS Y LABORATORIO

CONCEPTO	REF	PUNTOS	OBSERVACIONES
ALIMENTOS	X		Trabajada Resultados completos Interpretación
AGUAS + FQ + MICROBIOLOGÍA	X		Trabajada Resultados completos Interpretación
SUPERFICIES	X		Trabajada Resultados completos Interpretación
ETIQUETADO/REFRACTOMETRÍA	X		Trabajada Resultados completos Interpretación
MÁQUINAS VENDING	X		Trabajada
VISITA COCINA CEIP BAÑADEROS	X		Trabajada Suma total Observaciones y medidas correctoras Resumen
VISITA AREHUCAS	X		Referencias a LD
PRUEBA PRÁCTICA	X		Resolución correcta

Calificación: \_\_\_\_\_ (Máximo X puntos)

PUNTUACION OBTENIDA

PRUEBA	PUNTUACIÓN
Escrita teórico-práctica	___ de X
Manejo técnico análisis laboratorio	___ de X
Entrevista-Memoria	___ de X
TOTAL	___ de 15

Figura 5. Ficha evaluación memoria-entrevista y trabajo global.

## 2.2. MÉTODO

### 2.2.1. Métodos de trabajo para la evaluación de las prácticas extramuros e internas.

Una vez que cada grupo de estudiantes realizó sus prácticas extramuros (2 días a 3,5 horas/día = 7 horas) e internas de laboratorio (4 días, a 3 horas/día = 12 horas), al final del semestre se llevó a cabo el proceso de evaluación convocando a cada grupo de prácticas a este examen de 2 horas de duración. Durante el mismo, los estudiantes realizaron en el laboratorio las pruebas de manejo de técnicas analíticas, la escrita y la presentación de la memoria mediante entrevista personal con el docente. Pero por diferente disponibilidad de material, tiempo y plantilla docente, así como por restricciones sanitarias particulares de cada curso académico, los indicadores a considerar no siempre fueron los mismos, ni tampoco el peso que cada uno de ellos tuvo en la calificación total de los 15 puntos asignados para esta sección dentro de la asignatura (100 en total) (Tabla 1).

Hay que mencionar especialmente que, en el curso 2020/2021, por motivos de cumplimiento del aforo permitido en los laboratorios debido a las restricciones por COVID-19, hubo que reducir los grupos de prácticas a la mitad de los estudiantes, por lo que cada subgrupo resultante recibió la mitad de horas de prácticas que en el resto de los cursos académicos considerados en este estudio.

Así pues, en los últimos 5 cursos académicos, los criterios de baremación fueron los que aparecen en la siguiente Tabla 2.

**Tabla 2. Indicadores y sus criterios de baremación considerados para la evaluación de la sección de prácticas extramuros e internas, durante cinco cursos académicos.**

INDICADOR	CURSO ACADÉMICO				
	2018/2019	2019/2020	2020/2021	2021/2022	2022/2023
<i>Manejo técnico</i>	Sí	Sí	Sí	No	No
<i>Prueba escrita</i>	<50%	<50%	>50%	<50%	<50%
<i>Entrevista</i>	<50%	<50%	<50%	>50%	>50%
<i>Horario cumplido</i>	Completo	Completo	Mitad	Completo	Completo

<50%: el indicador aporta menos del 50% de la puntuación máxima asignada a esta sección.

>50%: el indicador aporta más del 50% de la puntuación máxima asignada a esta sección.

### 2.2.2. Análisis de los datos

Dado que en cada uno de los grupos de estudio los datos no satisfacen las hipótesis de normalidad y homocedasticidad, se optó por realizar el análisis mediante métodos no paramétricos. De esta forma, para cada año de seguimiento, las calificaciones se resumieron en medianas y rangos intercuartílicos (IQR = percentiles 25-75) y se compararon mediante el test de Kruskal-Wallis.

Las comparaciones por parejas (post-hoc) se realizaron utilizando el método de comparaciones múltiples de Nemenyi [8].

Un contraste de hipótesis se consideró estadísticamente significativo cuando el correspondiente p-valor fue inferior a 0.01.

Los datos se analizaron utilizando el paquete R, versión 4.2.1 [9].

## 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 3.1. Análisis de las diferencias de calificación obtenida por cursos académicos.

Al realizar el análisis de los datos para comparación de las calificaciones obtenidas por los estudiantes en la sección de *prácticas extramuros e internas* en los cinco cursos académicos de estudio, se observaron diferencias entre ellos, de la siguiente forma (Tabla 3):

**Tabla 3. Medianas y rangos intercuartílicos (IQR) obtenidos en los resultados de evaluación de prácticas extramuros e internas en cinco cursos académicos consecutivos.**

Curso	Alumnos (n)	Mediana (IQR) *	P-valor **
2018/2019	64	10.9 (9.9; 12.0) <sup>a</sup>	< 0.001
2019/2020	60	9.8 (7.8; 11.5) <sup>b</sup>	
2020/2021	83	9.2 (8.4; 9.9) <sup>b</sup>	
2021/2022	66	11.7 (10.9; 12.6) <sup>a, c</sup>	
2022/2023	65	12.2 (11.2; 13.1) <sup>c</sup>	

(\*) Diferentes superíndices indican diferencias estadísticamente significativas  
(\*\*) Test de Kruskal-Wallis

La Tabla 3 muestra las medianas (sobre una puntuación máxima de 15) y rangos intercuartílicos (IQR) de las calificaciones obtenidas por los “n” estudiantes de cada curso académico. Se observa que, de manera significativa ( $p < 0.001$ ) no se detectaron diferencias entre el segundo y tercer curso académico estudiado (con medianas de 9,8 y 9,2, respectivamente), ni tampoco entre el cuarto y el quinto (11,7 y 12,2), al igual que no se observaron entre el primero y el cuarto curso (10,9 y 11,7). En la revisión bibliográfica realizada para buscar estudios similares al presente, donde se evaluarán las prácticas en diferentes cursos en la enseñanza superior, no se ha encontrado ningún estudio científico similar, pero algunos autores como Kamber, (2021) [10], encontró muy positiva y el respaldo de los alumnos a un examen oral cara a cara con el profesor. Se observó que la pedagogía del docente jugaba un importante papel con la relación del alumno, y se valoró en positivo la experiencia de aprendizaje del alumno, frente a los exámenes escritos finales.

### 3.2. Influencia de los indicadores de evaluación en las calificaciones obtenidas.

En el diagrama de cajas representado en la Figura 6, se puede ver de manera comparada, la distribución de las calificaciones obtenidas en cada curso académico.

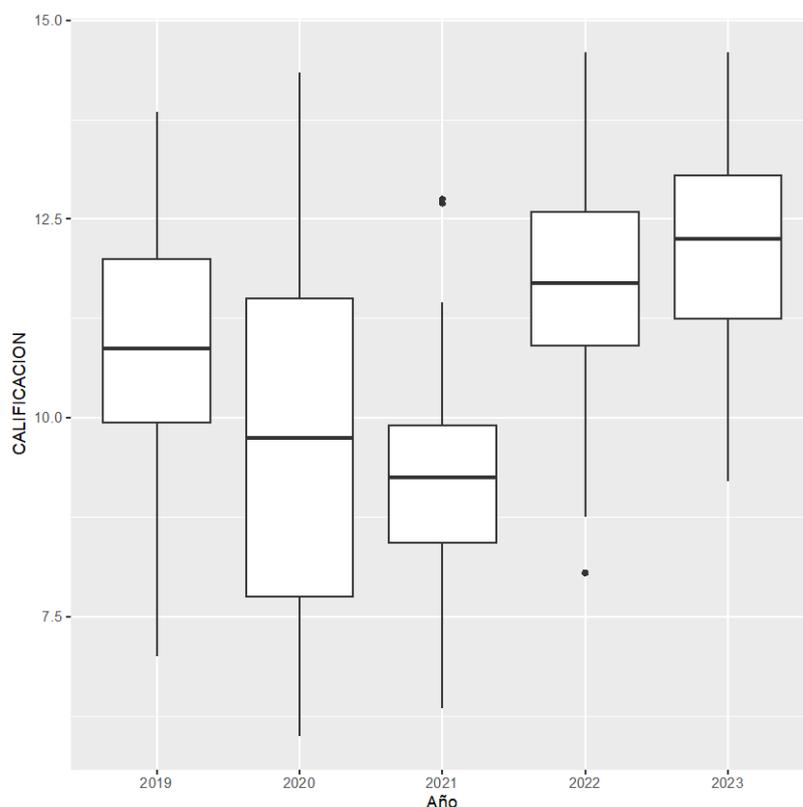


Figura 6. Distribución en medianas e IQR de las calificaciones obtenidas en cada curso académico.

Se observa que fue en los cursos 2021/2022 y 2022/2023 cuando fueron obtenidos los mejores resultados, detectándose además una diferencia significativa frente a los otros cursos estudiados (Tabla3). En estos dos cursos no se incluyó en la evaluación de las *prácticas extramuros e internas* la prueba de manejo de técnicas analíticas, dándose en cambio más valor a la presentación de la memoria elaborada por el estudiante, calificada mediante entrevista con el docente (Tabla 2). La falta de práctica habitual y de control en el manejo de técnicas e instrumentos en el laboratorio puede crear cierto temor e inseguridad en el estudiante que va a ser evaluado y disminuir por ello su rendimiento. De otro modo, en la entrevista puede que el estudiantado se sienta con la confianza de poder defender su trabajo presentado dialogando directamente con el/la profesor/a y de tener alternativas de respuestas a las cuestiones que se le planteen *in situ*. Algunos autores como [10,11] encontraron resultados muy positivos en las evaluaciones orales, donde la oportunidad de interactuar, aunque fuese on-line, aportó experiencias muy enriquecedoras. También Guest y Murphy (2000) [12], valoraron muy positivamente los exámenes cooperativos de estudiantes, donde este tipo de exámenes supone una alternativa al examen clásico escrito y los alumnos emplearon menos tiempo

de preparación que para los tradicionales. Los resultados fueron más satisfactorios con los exámenes cooperativos. Otros autores [13], animan a los estudiantes a modelar sus respuestas y comprobar el grado de comprensión, en definitiva, una mayor interacción.

A la vista de la Figura 6, se observa que fue el curso 2020/2021 el de menor rendimiento en las calificaciones obtenidas, coincidiendo con el año en que, por las restricciones sanitarias hubo que reducir por cumplimiento de aforo, el número de las horas prácticas recibidas por el alumnado, viéndose los docentes obligados a concentrar los contenidos a impartir, a la mitad de tiempo para cada estudiante. Esto parece mostrar que los cambios forzados en la metodología programada por el profesorado pueden repercutir significativamente en los resultados de las evaluaciones en sentido negativo para los estudiantes (la Tabla 3 muestra esta diferencia entre este curso 2020/2021 con los restantes estudiados, excepto con el 2019/2020), quienes pudieran además necesitar más tiempo para asimilar los contenidos de una forma adecuada. Kucsera y Zimmaro [14], estudiaron el rendimiento y el grado de satisfacción de cursos universitarios impartidos con nuevas tecnologías docentes y en un menor tiempo docente. Estos demostraron que no había diferencias entre ambos tipos de docencia, tradicional en un mayor tiempo de enseñanza y la concentrada con nuevas tecnologías docentes. Sin embargo, otros autores [15] evaluaron el cambio de formato del examen, con un formato digital, usando su propio ordenador o en papel. Se vio que un mayor número de alumnos, más del triple, optaron por el formato digital, mostrando más habilidades para el desarrollo de actividades informáticas y autoeficiencia informática.

Además, en este curso también se le dio mayor peso a la valoración de la prueba escrita (Tabla 2), cosa que no pareció favorecer en los resultados obtenidos (Tabla 3 y Figura 6). Teniendo en cuenta que este fue el único curso académico de los cinco, en que se le dio tal relevancia a esta prueba escrita (aportación de más del 50% en la puntuación de los 15 puntos asignada a esta sección), cabría pensar en la presencia de dificultades encontradas por parte de los estudiantes para desarrollarla adecuadamente. Es posible que, al tratarse de la adquisición de conocimientos de tipo práctico, prefieran ser evaluados de la manera menos teórica posible. Otros autores [16], mediante un estudio de cohorte, encontraron actitudes muy positivas en programas docentes más autónomos y metodológicos (Aprendizaje basado en problemas y proyectos, Aprendizaje guiado por descubrimiento, Educación basada en competencias) todo esto se evaluó mediante entrevistas y tutorías a los alumnos, apreciando un punto de vista diferente de los sistemas tradicionales, con percepciones positivas sobre la gestión del tiempo y del estudio, con una autonomía muy amplia para el estudio.

#### 4. CONCLUSIONES

El análisis de la información recopilada a lo largo de cinco cursos académicos pone de manifiesto que los indicadores que se consideren para la evaluación de *prácticas extramuros y de laboratorio*, y su grado de aportación en la puntuación asignada para esta sección, van a tener repercusión en las calificaciones obtenidas. Los estudiantes empeoran sus resultados de forma significativa en los casos en que:

- reciben los contenidos impartidos de manera muy concentrada en lugar de en el tiempo programado en el proyecto docente, lo que les repercute negativamente posiblemente por la falta de tiempo para su asimilación, o por el cambio metodológico docente adoptado de manera forzada,
- las pruebas analíticas de manejo técnico en el laboratorio son incluidas en el baremo de evaluación como indicador, pudiéndoles afectar al crearles inseguridad por tener que ejecutar pruebas en las que no tienen destreza suficiente,
- la valoración de las pruebas escritas se considera por encima de otros indicadores en la evaluación, perjudicando en sus resultados probablemente por la dificultad o desgana en transcribir sus conocimientos prácticos de forma teórica.

En cambio, la presentación de sus memorias cumplimentadas, de manera directa mediante entrevista con el docente, mejora sensiblemente la calificación de este bloque de prácticas, al permitirles interactuar, defender y rectificar su trabajo en tiempo real si fuera necesario.

Si bien todos estos indicadores han sido influyentes en los resultados obtenidos, se debe indicar que lo que se ha valorado ha sido su actuación en conjunto para cada curso académico. Se sugiere estudiar en el futuro cada indicador de manera específica para extraer información de posibles ventajas o inconvenientes del uso de cada uno de ellos en el proceso de evaluación de prácticas.

Se plantea además la necesidad de encuestar a los estudiantes tras su evaluación para poder conocer:

- los indicadores que les resultan más fáciles para obtener mejor calificación y,
- cuáles son las dificultades encontradas en los indicadores que apuntan a disminuir el rendimiento (como las pruebas analíticas de manejo técnico y las pruebas escritas) para buscar los motivos que las causan y tratar de solventarlas.

## REFERENCIAS

1. Zabalza Beraza, M. Á. (2016). El Prácticum y las prácticas externas en la formación universitaria : Practicum and external practices in university education. *Revista Prácticum*, 1( 1), 1–23. <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.24310/RevPracticumrep.v1i1.8254>
2. Bennett, S. R., Morris, S. R., & Mirza, S. (2018). Medical Students Teaching Medical Students Surgical Skills: The Benefits of Peer-Assisted Learning. *Journal of Surgical Education*, 75(6), 1471–1474. <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1016/j.jsurg.2018.03.011>
3. Carvalho, P. F., McLaughlin, E. A., & Koedinger, K. R. (2022). Varied practice testing is associated with better learning outcomes in self-regulated online learning. *Journal of Educational Psychology*, 114(8), 1723–1742. <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1037/edu0000754.supp> (Supplemental)
4. Guerrero, T. A., Griffin, T. D., & Wiley, J. (2023). The effects of generating examples on comprehension and metacomprehension. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, <https://doi.org/10.1037/xap0000490>
5. Bermúdez-Rodríguez, F., & Fueyo-Gutiérrez, M. A. (2018). Transformando la docencia: usos de las plataformas de e-learning en la educación superior presencial. (Spanish). *Mediterranean Journal of Communication / Revista Mediterránea de Comunicación*, 9(2), 259–273. <https://doi.org/10.14198/MEDCOM2018.9.2.6>
- 6.
7. Whisenhunt, B. L., Cathey, C. L., Hudson, D. L., & Needy, L. M. (2022). Maximizing learning while minimizing cheating: New evidence and advice for online multiple-choice exams. *Scholarship of Teaching and Learning in Psychology*, 8(2), 140-153. <https://doi.org/10.1037/stl0000242>
8. P. Nemenyi (1963) Distribution-free Multiple Comparisons. Ph.D. thesis, Princeton University.
9. R Core Team (2022). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. URL <https://www.R-project.org/>.
10. Kamber, D. N. (2021). Personalized Distance-Learning Experience through Virtual Oral Examinations in an Undergraduate Biochemistry Course. *Journal of Chemical Education*, 98(2), 395–399. <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1021/acs.jchemed.0c01092>
11. Guevara Otero, N. (2023). The role of asynchronous and synchronous activities in university academic performance: A comparative study of traditional and inverted class methodologies. *Intangible Capital*, 19( 1), 69–91. <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.3926/ic.2110>
12. Guest, K. E., & Murphy, D. S. (2000). In Support of Memory Retention: A Cooperative Oral Final Exam. *Education*, 121(2), 350.
13. Hazen, H., & Hamann, H. (2020). Assessing Student Learning in Field Courses Using Oral Exams. *Geography Teacher*, 17(4), 130-135–135. <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1080/19338341.2020.1828137>
14. Kucsera, J. V., & Zimmerar, D. M. (2010). Comparing the Effectiveness of Intensive and Traditional Courses. *College Teaching*, 58(2), 62–68. <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1080/87567550903583769>
15. Nardi, A., & Ranieri, M. (2019). Comparing Paper-Based and Electronic Multiple-Choice Examinations with Personal Devices: Impact on Students' Performance, Self-Efficacy and Satisfaction. *British Journal of Educational Technology*, 50(3), 1495–1506. <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1111/bjet.12644>
16. Debs, L., Miller, K. D., Ashby, I., & Exter, M. (2019). Students' Perspectives on Different Teaching Methods: Comparing Innovative and Traditional Courses in a Technology Program. *Research in Science & Technological Education*, 37(3), 297–323. <https://doi-org.bibproxy.ulpgc.es/10.1080/02635143.2018.1551199>

# La mejora del aprendizaje basado en proyectos a través de grupos de conformación progresiva y materiales de uso compartido

Juan Israel García Cruz<sup>1</sup>

Área de geografía humana. Departamento de Geografía e Historia. Universidad de La Laguna.  
C/ Prof. José Luis Moreno Becerra, s/n. Facultad de Humanidades. Sección de Geografía e Historia.  
Planta 2. Apartado 456. Código postal 38200. San Cristóbal de La Laguna. S/C de Tenerife

## RESUMEN

El aprendizaje basado en proyectos, como parte de las metodologías activas, promueve un enfoque centrado en la práctica y la colaboración en la enseñanza, fomentando la resolución de problemas complejos en etapas secuenciales estimulando procesos cognitivos de orden superior. La presente propuesta incorpora grupos de conformación progresiva y el uso compartido de recursos como elementos destinados a fomentar interdependencias, así como facilitar la simulación de un entorno laboral. Su aplicación en una asignatura de tercer curso del grado de ciencias ambientales ha demostrado mejoras notables en el proceso de aprendizaje, aunque requiere de ajustes debido a su novedad en el contexto en el que se ha implementado.

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en proyectos, grupos de conformación progresiva, materiales de uso compartido.

## 1. INTRODUCCIÓN

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) se sustenta en el diseño y programación de un conjunto de tareas destinadas a resolver un problema complejo a partir de un proceso dividido en fases de menor dificultad. Esto trae consigo la concreción previa del producto final, así como de su proceso de elaboración, estableciendo las pautas necesarias para guiar un desarrollo ordenado, coherente y abarcable dentro de los márgenes de tiempo y recursos disponibles.

El reto supone la búsqueda de datos e investigación, así como otras actividades que deben dar lugar a un resultado caracterizado por su capacidad para ser expuesto y defendido <sup>[1], [2]</sup>.

Dada su naturaleza, el proceso de enseñanza-aprendizaje prioriza el análisis, evaluación, diseño y creación, lo que lo alinea con niveles cognitivos de orden superior <sup>[3]</sup>, así como facilita la inclusión de otros aspectos como la evaluación formativa <sup>[4], [5]</sup> o el trabajo autónomo y autodirigido <sup>[6], [7]</sup>. A esto se une la facilidad para desarrollarse en grupo, movilizándose aspectos vinculados a las habilidades comunicativas, pensamiento crítico y relaciones de colaboración <sup>[8], [9]</sup>.

En consecuencia, el ABP, como metodología activa dentro del modelo de enseñanza centrado en el estudiante (MECA), posiciona al alumnado como uno de los principales actores en el proceso de enseñanza-aprendizaje, añadiendo actitudes vinculadas con las relaciones interpersonales mediante el trabajo en grupo, lo que facilita la inclusión de estrategias destinadas al fomento de la corresponsabilidad-compromiso a partir de relaciones de colaboración-cooperación.

En base a la concreción de una necesidad (problema a resolver) se abre la posibilidad de estructurar un proceso de enseñanza-aprendizaje en torno a su resolución, con potencial para sostener la atención e interés de los/as estudiantes. De este modo, se permite articular mecanismos de mayor dinamismo, en el que el camino a seguir en la búsqueda de la solución se convierte en una vía de aprendizaje tan efectiva como dar con esta última.

Tomando en cuenta lo anterior, la presente comunicación expone la experiencia derivada de la implementación del ABP insertando la conformación progresiva de los grupos como mecanismo destinado a favorecer las relaciones de colaboración-cooperación con no afines. Esta estrategia busca la consecuente movilización de habilidades en las relaciones interpersonales, estableciendo cierta similitud con las propias del mundo laboral, en las que los profesionales no siempre pueden elegir con quien debe interactuar, debiendo articular mecanismos que faciliten la coordinación, etc.

---

<sup>1</sup> jgarcia@ull.edu.es; teléfono (+34) 922 317 768; ull.es

Del mismo modo, incorpora el uso de repositorios abiertos de uso común destinados a la compartición de los materiales elaborados en las diferentes fases del proceso, estableciendo relaciones de interdependencias que fomentan una mayor corresponsabilidad y compromiso, a semejanza de entornos laborales en los que se depende del trabajo elaborado por otros profesionales y viceversa.

De este modo, el texto expone el contexto universitario en el que ha sido aplicado, el diseño y ejecución de la propuesta, así como una aproximación a los resultados obtenidos hasta el momento.

## **2. CONTEXTO Y JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

### **2.1 Contexto**

Dentro del Grado en Ciencias en Ciencias Ambientales de la Universidad de la Laguna, la asignatura obligatoria “Ordenación y gestión el territorio” ha sido la elegida para la implementación de la propuesta.

Situada en el segundo cuatrimestre del tercer curso con un número medio de estudiantes entorno a los 35, ésta forma parte del módulo sobre conservación, planificación y gestión del medio natural, rural y urbano. Entre sus competencias básicas se encuentra la capacidad de reunir e interpretar datos relevantes, así como para transmitir informaciones, ideas, problemas y soluciones a un público no especializado, mientras las generales se centran en el aprendizaje autónomo, creatividad o la capacidad para aplicar los conocimientos teóricos en la practicas, así como las específicas se centran en el conocimiento del marco legal, interpretación del medio natural a través de diversas fuentes de datos cuantitativos-cualitativos, así como aplicar técnicas de evaluación.

En base a sus perfiles de egreso, la asignatura juega un papel clave en la elaboración de contenidos y evaluación ambiental de planes con capacidad para intervenir en la ordenación territorial, ambiental y urbanística. Es por ello por lo que debe integrar conocimientos adquiridos previamente en el grado sobre aspectos concretos del medio natural (geología, edafología, hidrología, botánica, zoología, etc.), bases legales, contaminación del suelo, aire y agua, metodologías de análisis y tecnologías de la información geográfica, con el objetivo elaborar productos-soluciones cercanas al ámbito profesional dentro del campo del contenido ambiental de planes y evaluación ambiental estratégica.

La asignatura requiere concretar algunos aspectos teóricos en torno a la comprensión del territorio, las herramientas y metodologías idóneas para ello, las bases que sustentan la intervención pública en el territorio, entre otros aspectos clave que requieren de un apartado práctico sólido que sepa integrarlos. Es por ello por lo que el aprendizaje basado en proyectos o problemas se posiciona como una metodología idónea para cubrir esta necesidad frente a otras como el aula invertida o la gamificación.

Visto lo anterior, la asignatura asume el reto de facilitar un proceso de enseñanza-aprendizaje destinado a cubrir una parte importante de los conocimientos teórico-prácticos necesarios para resolver las tareas de un perfil de egreso como ambientólogo/a o técnico ambiental, requiriendo de capacidad para elaborar determinados productos, como son el inventario y diagnóstico ambiental, evaluación de alternativas de ordenación, entre otros.

En este caso, tomado como referencia los contenidos de una evaluación ambiental estratégica, se propone el desarrollo de un proyecto destinado a resolver la evaluación ambiental de diferentes alternativas de ordenación, sustentándolo en la realización previa del necesario inventario ambiental, diagnóstico de la calidad ambiental y evolución previsible del entorno, así como la síntesis de las determinaciones legales y de planeamiento que afectan a la ordenación.

Con todo ello, el proyecto propone la elaboración de un resultado complejo mediante la concatenación de tareas de menor dificultad (inventario, diagnóstico, síntesis de determinaciones), alcanzando finalmente la elaboración de un producto final con nexos a las exigencias habituales del mundo profesional, con capacidad para su exposición y defensa.

A lo anterior se suma la capacidad para articular el trabajo en grupo, contando con un número suficiente de estudiantes como para abarcar el conjunto de variables ambientales necesarias, sin excesos en las cargas de trabajo, tiempo y recursos necesarios. Lo anterior se resuelve mediante el establecimiento de diferentes relaciones de colaboración-cooperación, sistemas de coevaluación, así como el uso compartido de materiales, lo que añade elementos vinculados a la corresponsabilidad y compromiso con el proceso mediante interdependencias, aspectos que no pueden movilizarse de la misma forma a través de metodologías como el aula invertida o la gamificación.

## 2.2 Justificación

Tomando en cuenta lo expuesto hasta el momento, la propuesta se integra dentro del conjunto de metodologías activas englobadas en el MECA, articulándose inicialmente como un proyecto piloto vinculado al Experto Universitario en Docencia Universitaria de la Universidad de La Laguna (EDU-ULL) y, posteriormente, como proyecto de innovación y transferencia educativa (PITE) presentado en convocatoria oficial (2023), bajo evaluación externa de la Agencia Canaria de Calidad Universitaria y Evaluación Educativa (ACCUEE), en el que se integran 7 asignaturas en 6 titulaciones pertenecientes a 5 centros de la Universidad de La Laguna.

En el caso del grado en ciencias ambientales, la implementación del PITE en la asignatura ordenación y gestión del territorio persigue mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje destinado a formar a estudiantes en la práctica profesional como técnico ambiental o ambientólogo/a, lo que necesariamente requiere movilizar múltiples habilidades, como las vinculadas con las relaciones interpersonales, la integración en grupos de trabajo, coordinación interna, uso de materiales elaborados por otros técnicos y viceversa, entre otros aspectos, junto a la práctica en la elaboración de productos propios del entorno profesional.

Así, la propuesta de mejora se ha sustentado en los siguientes puntos:

1º La dinámica del ABP sostiene similitudes con el proceso de elaboración de contenidos o evaluación de planes, en tanto que ambos deben desarrollarse en fases concatenadas que llevan al resultado final.

2º Su desarrollo en grupo permite simular situaciones propias de equipos de trabajo profesionales, facilitando el entrenamiento de aspectos clave como la coordinación, distribución de tareas, colaboración-cooperación, etc.

3º El uso de grupos de conformación progresiva introduce un nuevo elemento que limita la relación entre afines (muy común dentro del aula), propiciado la relación con toda la clase, sumando a afines y no afines. Esta situación trata de añadir otro elemento en la similitud con el entorno profesional, en el que no siempre se trabaja con quien se elige, debiendo movilizar diferentes habilidades interpersonales.

Con todo ello, la propuesta justifica su pertinencia en base al planteamiento de una estrategia de enseñanza-aprendizaje que persigue lograr los resultados y movilizar competencias de una forma más eficaz.

## 3. DISEÑO DE LA PROPUESTA

En términos generales, su diseño ha girado en torno a los siguientes principios:

1º Hacer uso del ABP incluyendo la evaluación formativa como aspecto clave que mejore la comprensión de cada tarea (feed-up), disponer de una retroalimentación que permita mejorar en las siguientes fases (feedback), así como disponer de indicadores para reflexionar sobre el proceso y plantear mejoras (feed-forward).

2º Aplicar grupos de conformación progresiva como estrategia destinada al fomento de las relaciones entre no afines, así como limitar o evitar la inactividad entre sus miembros, incentivando una posición activa a lo largo de todo el proceso.

3º Utilizar la coevaluación, junto a la intervención del docente, haciendo uso de una misma rúbrica de evaluación para incentivar la posición activa de los estudiantes mediante un proceso homogéneo, coherente y con garantías.

4º Emplear la compartición de los materiales elaborados en cada fase mediante repositorios abiertos de uso común como elemento clave en las relaciones de colaboración-cooperación, así como para el fomento de la corresponsabilidad y compromiso.

5º Vincular el desarrollo del apartado teórico al práctico para que su uso como apoyo-guía en la resolución de las tareas encargadas de forma previa incentive un mayor interés y atención.

De este modo, posicionando el desarrollo del proyecto como eje sobre el que se articula la asignatura, el sistema de evaluación le atribuye un mayor peso (75% de la calificación final), frente al apartado teórico (25%), asignando diferentes porcentajes en función de la complejidad de cada fase (entre el 10 y 12,5%), así como en la valoración del resultado final (25%) y su exposición en clase (15%).

Con todo ello, el proyecto se estructura de la siguiente manera:

Fase 1 (Inventario ambiental). A desarrollar de forma individual, el proyecto se inicia con la elección de una variable ambiental sobre la que deberá elaborarse una serie de productos mediante la búsqueda y filtrado de fuentes.

La entrega se formaliza a través del aula virtual de la asignatura (Moodle), haciendo uso de la herramienta “taller”. Ésta permite articular la asignación de coevaluadores entre los estudiantes y docente, aplicando una rúbrica con criterios homogéneos, repartiendo la calificación entre la calidad de la entrega (90%) y del trabajo como coevaluador/a (10%). A lo anterior se añade la obligación de aportar feedback, en la medida que algún ítem de la rúbrica no alcance el nivel más elevado de logro.

Finalizada la evaluación, los estudiantes deben tomar en cuenta el feedback recibido, depositando una versión mejorada de su entregable a través de la herramienta “base de datos”. Ésta se posicionará como repositorio abierto de uso compartido para el desarrollo de las siguientes fases. De este modo, la vinculación entre el entregable y su autor/a establece la responsabilidad de atender las dudas-problemas que pudieran surgir en la medida que otros estudiantes hagan uso del material más adelante.

Fase 2 (Diagnóstico ambiental). Esta se resuelve mediante grupos de 2-3 personas en base a las asignaciones realizadas previamente en la coevaluación de la fase 1, introduciendo la relación entre no afines (o compañeros/as con los que no se suele trabajar). Así, se solicita la elaboración de un diagnóstico que determine el nivel o grado de calidad ambiental de un determinado conjunto de variables, repartándose entre los grupos conformados.

Al igual que en la fase 1, el encargo demanda la elaboración de una serie de productos a resolver mediante la información obrante en el repositorio de uso abierto.

Del mismo modo, la entrega se resuelve a través de un “taller”, procediendo a su coevaluación junto al docente. En este caso, al encontrarnos ante grupos, la asignación se realiza bajo la indicación de que los miembros del grupo evaluador deben consensuar la evaluación del entregable asignado, debiendo volcar la misma calificación y feedback a todos los miembros del grupo evaluado.

Cada grupo deberá tomar en cuenta las notas de revisión y mejora realizadas por sus coevaluadores y docente, depositando una versión mejora de su entregable en un segundo repositorio de uso común.

Fase 3 (Síntesis de las determinaciones legales y de planeamiento). Repitiendo la dinámica anterior, en este caso se conforman grupos de 4-5 personas en base a las asignaciones realizadas en la última coevaluación, procediendo a la resolución de un nuevo encargo. Éste, al igual que los anteriores, solicita la elaboración de una serie de productos que serán sometidos a coevaluación, así como a la entrega posterior de una versión mejorada en un nuevo repositorio de uso común.

Con todo ello, las tres primeras fases del proyecto permiten obtener el conjunto de materiales necesarios para resolver el encargo final, así como ha venido conformando grupos de mayor tamaño. Estos han adquirido habilidades en su gestión interna, mientras sostienen relaciones de colaboración-cooperación con el resto en base a la compartición de materiales.

Fase 4 (Evaluación de alternativas ). El proyecto finaliza con la conformación de los grupos de mayor tamaño, siendo de 6-7 estudiantes, remitiendo la resolución del problema más complejo al uso de los materiales depositados en los diferentes repositorios de uso común.

De este modo, el encargo solicita la evaluación ambiental de distintas alternativas de ordenación, posicionándose de forma argumentada desde el punto de vista jurídico (cumplimiento de las determinaciones legales y de planeamiento) y ambiental (mediante el inventario y diagnóstico realizado anteriormente), elaborando dos entregables.

El primero de ellos se centra en una exposición a resolver en clase en no más de 15-20 minutos de tiempo, sintetizando los aspectos fundamentales del proceso (inventario, diagnóstico, síntesis de determinaciones y evaluación de alternativas), viéndose sometida a coevaluación.

El segundo y último se centra en la elaboración de un informe y anexos. Este debe realizar una síntesis de todo el proceso tomando en cuenta las notas de revisión-mejora aportadas tras la exposición en clase. Esta última entrega se verá sujeta sólo a la evaluación del docente siguiendo una rúbrica preestablecida.

Con todo ello, el desarrollo el proyecto permite que los estudiantes transiten por diferentes situaciones a lo largo del cuatrimestre, iniciando el proceso de forma individual y continuándolo en grupos de tamaño creciente en el que se integran miembros afines y no afines. Del mismo modo, la compartición de los producto elaborados en cada fase

incentiva su corresponsabilidad, viéndose condicionados por la calidad de los productos realizados por otros compañeros/as y viceversa, incentivando las relaciones de colaboración-cooperación dentro de los grupos de trabajo y entre ellos. En este sentido, viéndose abocados a un necesario entendimiento, se logra la movilización de habilidades interpersonales claves para su futuro profesional.

De forma paralela, la vinculación entre teoría y práctica incentiva una mayor atención e interés por conocer los conceptos, proceso, bases legales y metodologías contenidos en el apartado teórico, evaluados estos últimos mediante 5 cuestionarios tipo test online (5% de la calificación final por cuestionario).

Tabla 1. Síntesis de las fases de desarrollo del proyecto.

Fase	Acciones	Título	Calificación	Grupo	Tareas
1	Encargo y desarrollo:	Inventario ambiental	12,5%	Individual	Elección de una variable ambiental Elaboración de una serie de productos (memoria explicativa, mapa, capa cartográfica digital y tabla de datos) Entrega a través de la herramienta “taller” de Moodle (aula virtual de la asignatura)
	Evaluación:	1º Parte. Coevaluación (asignación de compañero/a evaluador, revisión de los contenidos, evaluación mediante el uso de una rúbrica y comentarios de revisión-mejora)			2º Parte. Revisión del docente (revisión de los contenidos, evaluación mediante el uso de una rúbrica y comentarios de revisión-mejora).
	Depósito:	Entrega de una versión mejorada a través de la herramienta “base de datos” de Moodle.			
2	Encargo y desarrollo:	Diagnóstico ambiental	12,5%	Grupos de 2-3 estudiantes (asignaciones coevaluación fase 1)	Asignación de una línea de diagnóstico Elaboración de una serie de productos (memoria explicativa, mapas y capas cartográficas digitales) haciendo uso de los datos obrantes en el repositorio de uso común (base de datos) Entrega a través de la herramienta “taller” de Moodle (aula virtual de la asignatura)
	Evaluación:	1º Parte. Coevaluación			2º Parte. Revisión del docente
	Depósito:	Entrega de una versión mejorada a través de la herramienta “base de datos” de Moodle.			
3	Encargo y desarrollo:	Determinaciones legales y de planeamiento	10%	Grupos de 4-5 estudiantes (asignaciones coevaluación fase 2)	Asignación de un plan o norma Elaboración de una serie de productos (memoria explicativa y mapas) Entrega a través de la herramienta “taller” de Moodle (aula virtual de la asignatura)
	Evaluación:	1º Parte. Coevaluación			2º Parte. Revisión del docente
	Depósito:	Entrega de una versión mejorada a través de la herramienta “base de datos” de Moodle.			
4	Encargo y desarrollo:	Evaluación de alternativas de ordenación	Exposición del proyecto (15%) Informe	Grupos de 6-7 estudiantes (asignaciones coevaluación)	Evaluación ambiental de una serie de alternativas de ordenación propuestas Presentación que sintetice el proyecto (entrega

		final (25%)	fase 2)	a través de la herramienta “taller” Informe que sintetice el proyecto (entrega a través de la herramienta “tarea”)
Evaluación:	1º Parte. Coevaluación (exposición de la presentación del grupo asignado)		2º Parte. Revisión del docente (exposición e informe)	

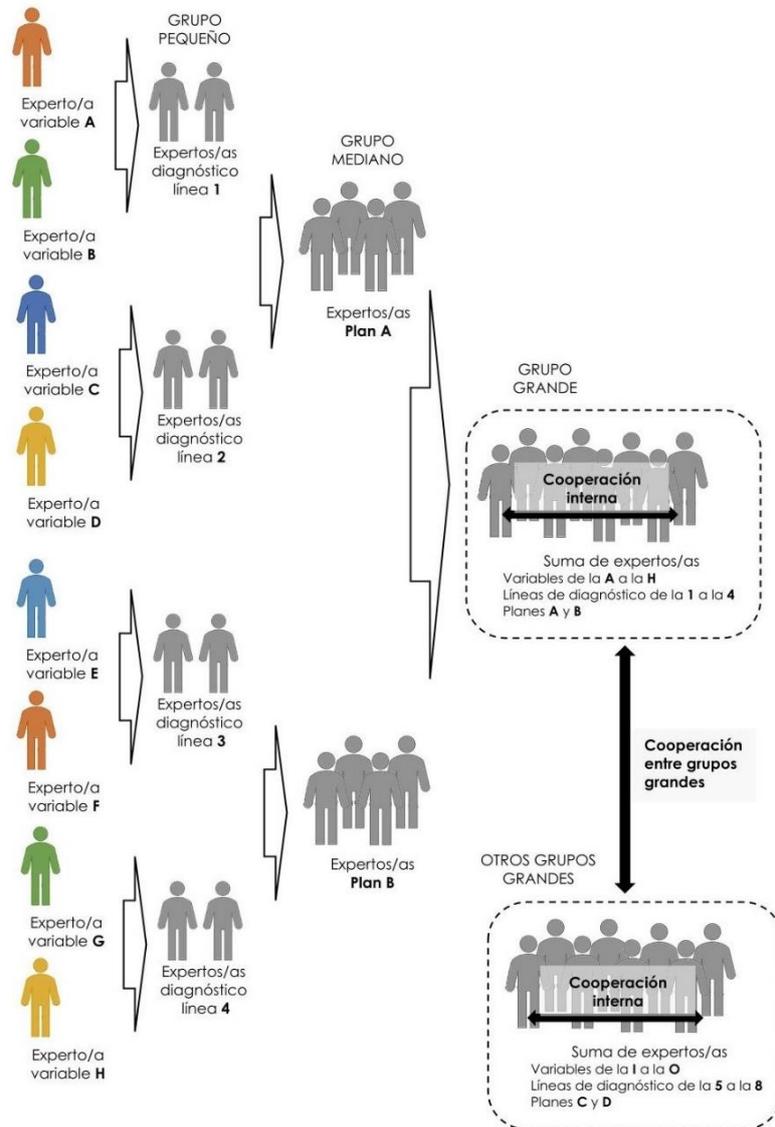


Figura 2. Esquema de articulación del proyecto mediante grupos de conformación progresiva.

#### 4. RESULTADOS

De cara a validar el planteamiento inicial, así como el logro de aquello que la propuesta quiere alcanzar, su diseño planteó desde el primer momento la toma en consideración de valoraciones desde dos perspectivas.

Por un lado, la del docente, a través de la experiencia recogida durante el desarrollo de la propuesta y el trato con los estudiantes. Esta se ha traducido en la identificación de problemáticas y dificultades que han requerido de soluciones consensuadas con los estudiantes para salvarlas. Por otro, la de los estudiantes, resuelta a través del diseño de una encuesta que ha permitido recopilar su percepción.

En el caso del docente, la implementación del proyecto ha evidenciado los siguientes puntos clave:

1º El retraso en el cierre del proceso de matriculación impide contar con el número definitivo de estudiantes hasta ya iniciada la fase 1, lo que dificulta el reparto de variables. En este caso, en la medida que alguna no ha podido ser asignada, se han aportado los materiales necesarios para cubrirla. De este modo, se evita que el repositorio de uso compartido tenga vacíos que condicionen las siguientes fases.

2º Las asignaciones en la coevaluación depende de un número par de estudiantes. Dado que no es posible una asignación perfecta si el número total de estudiantes no es par, se ha establecido como norma general que el último estudiante (o grupo) en formalizar su entrega en el taller deba asumir la responsabilidad de revisar las entregas de dos compañeros/as (o grupos).

3º La coevaluación se ve condicionada por su novedad. Los estudiantes no están habituados a articular este tipo de procesos, por lo que ha sido necesario dedicar más atención de la inicialmente prevista a las indicaciones sobre el uso de la rúbrica, criterios de evaluación, aportación de feedback, entre otros aspectos. De este modo, en la medida que se han desarrollado los procesos de revisión vinculados a cada fase se identifican mejoras con respecto a la inicial.

En el caso de los estudiantes, el proyecto de innovación ha desarrollado entre sus líneas de trabajo un modelo de encuesta destinado a registrar su percepción. Ésta ha sido validada a través de la consulta previa a tres expertos en didáctica y pedagogía (2 docentes con experiencia contrastada en la materia y una alumna integrada en un equipo de investigación), siendo aplicada al final del proceso, coincidiendo con el cierre de la última fase.

La encuesta se traduce en 31 preguntas, 2 de ellas sobre el perfil (sexo y edad), 4 sobre la situación académica (grado, asignatura, curso y turno), así como 25 sobre la valoración del proceso de enseñanza-aprendizaje. Este último aspecto se reparte en 3 dimensiones siendo: 1- El nivel de satisfacción del alumnado en torno al proceso colaborativo de trabajo en el PITE, 2- Valoración del alumnado con respecto a las líneas de priorización y 3- Mejora del aprendizaje por la participación en una metodología de trabajo colaborativo.

Para el caso de su aplicación a la asignatura ordenación y gestión del territorio, la muestra supone el 31% del total de estudiantes, obteniendo una valoración mayoritariamente positiva.

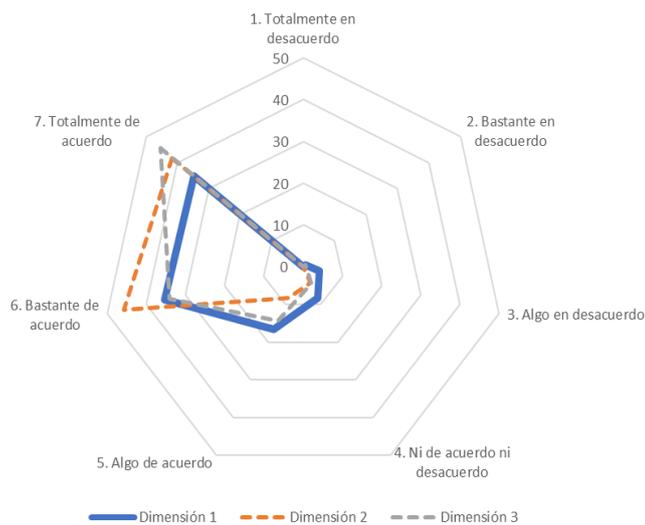


Figura 3. Valoración de las tres dimensiones. Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta.

No obstante, al entrar en su pormenorizado se identifican algunos aspectos negativos vinculados con la relación entre compañeros/as y su influencia en la calificación final. En concreto, se identifican actitudes menos favorables al trabajo

con compañeros que no han elegido previamente, lo que se traduce en carencias a la hora de organizar tareas y coordinarse, tratando de apoyarse en la figura del docente como autoridad que arbitre entre los desacuerdos. No obstante, estas cuestiones pueden achacarse, entre otras razones, a la novedad del método y el consecuente proceso de adaptación, donde el cambio de rol del estudiante ha dado lugar a cierto grado de incertidumbre inicial que ha tendido a reducirse en la medida que se ha desarrollado el proyecto y sus fases de coevaluación.

## 5. CONCLUSIONES

En el contexto del ABP, la articulación de grupos de conformación progresiva, junto al uso compartido de materiales establecen es su conjunto un escenario de interdependencias que permiten simular situaciones próximas a un contexto laboral. Como resultado, su aplicación limita las dificultades/conflictos/inactividad en la ejecución de las tareas, incentiva la colaboración-cooperación, moviliza diversas habilidades interpersonales, incrementa la corresponsabilidad y compromiso con el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como sostiene un papel activo de todos los estudiantes en la elaboración y evaluación de los resultados.

No obstante, su aplicación no está exenta de ciertas debilidades, vinculadas principalmente a lo novedoso de estos métodos en el ámbito universitario en el que ha sido aplicado, lo que precisa de los debidos ajustes en la planificación del proceso de enseñanza-aprendizaje. En concreto, se precisa de un mayor margen de tiempo para facilitar la adaptación de los estudiantes al grupo y su crecimiento progresivo, dedicar un mayor esfuerzo a la comprensión de los criterios de evaluación y uso de las rúbricas, así como en la mejora de las habilidades interpersonales en las relaciones de coordinación-cooperación interna y entre grupos, concienciado a los estudiantes sobre una necesaria convivencia para lograr los resultados esperados.

## REFERENCIAS

- [1] Blumenfeld, P.C., Soloway, E., Marx, R.W., Krajcik, J.S., Guzdial, M. y Palincsar, A., “Motivating project-based learning: Sustaining the doing, supporting the learning. *Educational Psychologist*”, *Educational Psychologist*. 26(1), 369-398 (2011).
- [2] Thomas, J. W., Mergendoller, J. R., y Michaelson, A., [Project-based learning: A handbook for middle and high school teachers], Buck Inst for Education, Austin (1999).
- [3] Anderson, L.W. y Krathwohl, D.R. (Eds.), *A Taxonomy for Learning, Teaching, and Assessing: A Revision of Bloom’s Taxonomy of Educational Objectives*, Logman, New York (2001).
- [4] Fraile, A.; López, V.; Castejón, J. y Romero, R., “La evaluación formativa en docencia universitaria y el rendimiento académico del alumnado”, *Aula abierta*. 41(2), 23-34 (2013).
- [5] Paoloni, P.V.; Rinaudo, M. C. & González Fernández, A (Comp.). [Cuestiones en psicología educacional. Perspectivas, metodológicas y estudios de campo], Universidad de La Laguna / Universidad Nacional del Río Cuarto / Sociedad latina de Comunicación Social, San Cristóbal de La Laguna, 287-323 (2013).
- [6] Zimmerman, B., “Becoming a self-regulated learner: an overview”, *Theory into practice*. 41(2), 64-70 (2002).
- [7] Zimmerman, B., “Investigating self-regulation and motivation: Historical background, methodological developments, and future prospects”, *American Educational Research Journal*. 45(1), 166-183 (2008).
- [8] Jiménez, J.J., Lagos, G., Jareño, F., “El aprendizaje basado en problemas como instrumento potenciador de las competencias transversales”, e-pública revista electrónica sobre la enseñanza de la economía pública. 13(1), 44-68 (2013).
- [9] Villanueva, C., Ortega, G. y Díaz, L., “Aprendizaje basado en proyectos: metodología para fortalecer tras habilidades transversales”, *REXE revista de estudios y experiencias en educación*. 21(45), 433-445 (2022).

# Kahoot! como método de dinamización en una Facultad de Ciencias

José Alberto Herrera-Melián<sup>a</sup>, Sarah Montesdeoca-Esponda<sup>a</sup>, Milagros Rico-Santos<sup>a</sup>, Inma Herrera<sup>b</sup>, Elsa Rodríguez-Pérez<sup>a</sup>, Ignacio Alonso-Bilbao<sup>c</sup>, María José Sánchez-García<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Química, ULPGC, Edificio de Ciencias Básicas, Campus de Tafira, 35017, España; <sup>b</sup>Departamento de Biología, ULPGC, Campus de Tafira, 35017, España,

<sup>c</sup>Departamento de Física, ULPGC, Edificio de Ciencias Básicas, Campus de Tafira, 35017, España

## RESUMEN

Uno de los principales objetivos de la formación superior universitaria es adquirir conocimientos que favorezcan el éxito profesional. Sin embargo, el proceso de aprendizaje está condicionado por la calidad de las relaciones personales entre estudiantes y con el profesorado. Aumentar la participación del estudiantado permite establecer y fortalecer lazos personales, mejorar la motivación y su compromiso con el aprendizaje. Existen muchos métodos para activar y mejorar las relaciones humanas del estudiantado a la vez que se refuerza su aprendizaje. Uno de ellos es el uso de juegos, o gamificación, que permiten adquirir o refrescar conocimientos a la vez que mejorar sus relaciones personales. Uno de los recursos de gamificación más empleados es Kahoot! que ha sido elegido como método de activación en la Facultad de Ciencias del Mar de la ULPGC. El proceso constó de varias etapas: 1) elaboración de preguntas por parte de los alumnos como tarea evaluable de las asignaturas que cursaban, 2) revisión y selección final de preguntas por parte de los profesores, 3) confección de un cuestionario en formato Kahoot! para un concurso, 4) difusión de la convocatoria y formación de grupos participantes, y 5) realización del concurso. En el concurso, participaron 12 equipos de 3 integrantes cada uno. Además, asistieron 25 personas como público, la mayoría de ellos estudiantado y profesorado. Una vez terminada la actividad, los participantes cumplieron una encuesta de satisfacción. En el presente estudio, se revisan las respuestas a las preguntas planteadas en el concurso y el nivel de satisfacción de los participantes. Los resultados indican un alto grado de satisfacción con la actividad, así como aquellos aspectos que deben mejorarse o cambiarse para futuras ediciones

**Palabras claves:** Facultad de Ciencias del Mar, gamificación, Kahoot!, motivación, participación

## 1. INTRODUCCIÓN

Muchos investigadores han identificado el papel crítico que las emociones, tanto negativas como positivas, tienen en el proceso de aprendizaje. Las emociones positivas contribuyen al disfrute de los estudiantes y mejoran su interés en adquirir competencias académicas y profesionales, muestran mejores habilidades para resolver problemas y están más comprometidos con la experiencia de aprendizaje, promueven una sensación de logro y fomentan el crecimiento personal<sup>1</sup>. Según Frenzel y col., las emociones placenteras son cruciales en una sociedad como la actual, basada en el conocimiento y uno de los objetivos de la enseñanza debería ser mejorar las experiencias positivas relacionadas con los logros obtenidos por los estudiantes<sup>2</sup>.

Una de las maneras de incrementar este tipo de experiencias en el proceso de aprendizaje es el uso de juegos, o gamificación<sup>3</sup>. La gamificación tiene varias ventajas, tales como ser aplicable a cualquier edad, facilitar la adquisición de conocimiento y habilidades, generar mayor motivación, mejorar las interacciones entre estudiantes y con el profesor, además de aumentar los niveles de compromiso de aquellos<sup>4</sup>. Por tanto, el objetivo de la gamificación es motivar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje a través de la diversión, pero manteniendo como objetivo principal la adquisición de conocimientos y habilidades a largo plazo<sup>5</sup>.

Una de las plataformas más utilizadas en gamificación es Kahoot! Esta plataforma, creada por la Universidad de Ciencia y Tecnología Noruega en 2006, fue lanzada en 2013 y cuenta con más de 70 millones de usuarios activos<sup>6</sup>. Desde 2019 más de 2.5 miles de millones de personas, de más de 200 países han jugado a Kahoot!<sup>7</sup>. Un estudio de revisión bibliográfica realizado por Wang y Tahir<sup>8</sup> sobre el impacto de Kahoot! en el aprendizaje concluyó que,

en 82 trabajos, la mayoría de ellos, mostraban una percepción positiva en los estudiantes, ya que incidía de forma positiva en la motivación, el compromiso, la concentración, el aprendizaje percibido, la atención, el disfrute, la satisfacción y la confianza.

La mayoría de los estudios revisados trata el uso de Kahoot! como método de dinamización de asignaturas individuales. Sin embargo, los autores de este trabajo no hemos encontrado ninguno que describa la aplicación de esta plataforma como método para dinamizar toda una Facultad, en este caso, de Ciencias del Mar, en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. El proyecto pretende fomentar el autoaprendizaje y la participación, el sentido de pertenencia, y el nivel de compromiso del alumnado.

## **2. MATERIAL Y MÉTODO.**

El proyecto ha sido desarrollado por el Grupo de Innovación Educativa de la Facultad de Ciencias del Mar (GIEMAR) en el que hay profesores de asignaturas de Química, Biología, Física y Geología, así como una profesora de Enseñanzas Medias.

El objetivo principal del proyecto era desarrollar una colección de preguntas que abarcaran todas las asignaturas del Grado, y que pudieran ser empleadas como método de dinamización de la Facultad en fechas especiales tales como el aniversario de su fundación y el Día Mundial de los Océanos.

Las asignaturas participantes fueron Química General, Química Analítica, Química Orgánica, Medios Sedimentarios Marinos y Contaminación Marina. Todas constan de 6 créditos ECTS, repartidos en docencia teórica, práctica de laboratorio y en seminarios. Todas son de carácter obligatorio, y se imparten en los tres primeros cursos del Grado. Algunas de estas asignaturas son impartidas también en la Escuela de Ingeniería Industriales y Civiles de la ULPGC, por lo que la experiencia de este proyecto es exportable tal cual a la Escuela.

Aunque existen otras plataformas de gamificación, tales como Quizzizz, que también fue considerada para el proyecto, finalmente se eligió Kahoot! porque la mayoría de los profesores participantes ya la habían empleado, por ser de diseño atractivo, y fácil de usar, y porque la versión gratuita dispone de recursos suficientes para el proyecto. Básicamente Kahoot! es un juego de preguntas y respuestas en el que los alumnos deben elegir la opción correcta de entre 4 posibles. Todo proceso del juego se ilustra en una pantalla que muestra la pregunta y las posibles opciones. Además, permite jugar de forma individual o en grupo, y se valora no sólo contestar correctamente sino también el tiempo de respuesta. Después de cada respuesta, el juego construye un ranking de los jugadores con la puntuación obtenida hasta ese momento. Además, también ofrece otros mensajes de refuerzo y recompensa, tales como indicar qué jugadores han respondido correctamente varias veces seguidas. Respecto a la colección de preguntas, se acordó que fueran elaboradas por el alumnado, ya que preparar las preguntas y sus posibles respuestas, exige revisar la asignatura desde otro punto de vista, y puede tener un importante efecto sobre el aprendizaje. De esta forma se pretendía mejorar su compromiso e identificación con el proyecto. Las preguntas debían tener formato Kahoot!, además de un comentario de justificación y/o refuerzo, y un nivel de complejidad asequible para la mayoría de los participantes. Durante el concurso habría un comité de expertos compuesto por varios miembros del grupo GIEMAR. Los presentadores del concurso serían un miembro del profesorado y otro del estudiantado, al objeto de que éstos se identificaran mejor con la actividad. Uno de los principales riesgos de esta propuesta era la falta de asistencia el día del concurso, sobre todo por parte de los estudiantes. Por tanto, al objeto de incentivar la participación se acordó informar por correo electrónico desde el Decanato, comentarlo en clase y por los pasillos de la Facultad y pedir colaboración a la Delegación de Estudiantes, de forma que enviaran mensajes a los grupos de WhatsApp de clase. Además de esto, decidimos entregar diversos premios, tanto a los participantes como a los asistentes. En este apartado hay que reconocer la contribución del Consejo Social de la ULPGC, que financió los premios del equipo ganador.

## **3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN**

### **3.1. Participación del alumnado en el proyecto.**

Tal como se indicó previamente, el principal riesgo de este proyecto era la baja asistencia el día del concurso. Por experiencia sabemos que el alumnado no presta mucha atención a los correos electrónicos de la universidad, por

lo que era necesario buscar una estrategia de comunicación adecuada. En este sentido, tanto los métodos más tradicionales basados en el “boca a boca”, es decir, la información en clase y por los pasillos, así como el uso de WhatsApp de clase resultaron los más eficientes, además del papel de la Delegación de Estudiantes.



Figura 1. Aspecto de la sala el día del concurso (izq.) y foto final (der.).

En el caso de la elaboración de las preguntas, la participación estaba asegurada ya que se planteó como una actividad de clase. La Tabla 1 muestra los datos de participación de los estudiantes en el proyecto para cada asignatura. La variabilidad en el número de preguntas presentadas es debido a que en algunas asignaturas, se pedía una pregunta por participante, y en otras se requerían más preguntas.

Tabla 1. Datos de participación para cada asignatura.

Asignatura	Curso	Número de alumnas/os matriculados/as	Nº alumn@s que participaron	Número de preguntas presentadas	Número de preguntas aceptadas
Química General	1º	93	34	34	24 (10 con cambios)
Química Analítica	1º	59	43	237	211
Química Orgánica	2º	44	30	30	22
Medios Sedimentarios	2º	44	39	119	119
Contaminación Marina	3º	38	38	217	209

En Química General, de las 34 preguntas entregadas, 10 tuvieron que ser descartadas porque no cumplían con los requisitos exigidos, otras 10 fueron aceptadas con pequeños cambios, y 14 sin cambio. Al comparar los resultados con los de otras asignaturas, se puede observar que aparentemente el grado de compromiso del estudiantado aumenta en los cursos más altos. Otro dato a tener en cuenta es que en esta asignatura, la actividad propuesta no era obligatoria, lo que puede explicar el menor grado de implicación de los alumnos con respecto a otras asignaturas. El grado de compromiso por parte de los estudiantes es una variable muy importante. Así, Ryan y Reid (2016)<sup>9</sup>, atribuyeron a este hecho que las clasificaciones de alumnos que habían seguido estrategias de enseñanza activas con trabajo autónomo del alumnado en asignaturas de Química General de primer curso, no fueran significativamente mejores que las de los de estudiantes de docencia tradicional. Sin embargo, cabe añadir que una de las ventajas que cabe esperar de las técnicas de enseñanza activas es el aumento de la motivación del estudiantado.

En el caso de Química Orgánica el número de estudiantes fue 44, de los cuales, 14 eran repetidores que no estaban obligados a realizar el trabajo. Todos los que debían entregar la ficha, 30, lo hicieron. Se descartaron 4 preguntas por su dificultad, y otras 4 porque tenían respuestas y enunciados muy confusos. De las 30 preguntas presentadas, se consideraron válidas 22, aunque en algunas hubo que hacer pequeños ajustes de redacción.

En Química Analítica el número de estudiantes de la asignatura era de 59. Sin embargo, el alumnado repetidor no tenía que asistir a las sesiones de laboratorio, por lo que el grupo que participó en la tarea fue de 43 personas. De las preguntas recibidas, 26 fueron directamente descartadas por ser plagiadas o mal formuladas. Dentro de las que necesitaron reformulación, la mayoría de ellas (87) se debía a una mala redacción (ambigüedad, falta concordancia entre género y número o sujeto y predicado), algo que realmente llama la atención en alumnado de Enseñanza Superior.

Tanto en Medios Sedimentarios como en Contaminación Marina, el número de preguntas propuestas fue muy alto, debido a que formaban parte de los entregables de los seminarios.

Con las preguntas aceptadas para cada asignatura, el equipo de profesores hizo una segunda selección al objeto de: 1) equilibrar el número de preguntas de cada materia; 2) el nivel de complejidad de las preguntas tuviera una distribución aparentemente normal, es decir, pocas preguntas muy fáciles o muy difíciles, y la mayoría de un nivel intermedio de dificultad; y 3) el número total de preguntas fuera adecuado para que el concurso tuviera una duración de unos 45-60 minutos.

A continuación se analizan las respuestas dadas por los equipos participantes en el concurso.

### **3.2. Análisis de las respuestas.**

El análisis de las respuestas dadas por los equipos en el día del concurso, indica que:

- A nivel general, todos los equipos tuvieron entre 17 y 25 respuestas correctas de un total de 30 preguntas. Es decir, todos estuvieron por encima del 55% de aciertos, aunque también es cierto que ninguno alcanzó el 85%.
- Preguntas de alta dificultad: 4 preguntas de alta dificultad, dado el número de aciertos que tuvieron: 4, 3, 2 y 0.
- Preguntas de baja dificultad: 5 preguntas muy fáciles, ya que recibieron un 100% de respuestas correctas en menos de 6 segundos.
- Preguntas de alto grado de acierto, pero no inmediatas: 2 cuestiones obtuvieron un 100% de aciertos, pero con tiempos de respuesta bastante más altos.

Dada la naturaleza del juego, que determina no sólo el acierto en la respuesta sino también el tiempo de ésta, los participantes estaban sometidos a presión, tal como afirmaron varios de ellos al terminar el concurso. Este hecho podría explicar el escaso número de respuestas correctas en ciertas preguntas, lo cual no indica necesariamente que desconocieran la respuesta, sino el efecto de tener que responder pronto. Por otra parte, muchas de las preguntas con un 100% de respuestas válidas corresponden al bloque de cultura general sobre el océano. Por tanto, estas preguntas cumplieron su función, ya que todos los grupos participantes las respondieron de forma correcta y rápida, por lo que se puede decir que actuaron como estimulantes.

### **3.3. Opinión de los estudiantes.**

#### **3.3.1. Sobre la redacción de las preguntas.**

Un aspecto importante del proyecto era la preparación de las preguntas por parte del alumnado. De esa forma, se buscaba su compromiso con el proyecto a la vez que se les invitaba a revisar los contenidos de las asignaturas de forma diferente. Para conocer su grado de satisfacción con esta actividad se les solicitó responder una encuesta de satisfacción tipo Likert con 5 grados, en los que 1 indica totalmente en desacuerdo, y 5, totalmente de acuerdo. Una de las limitaciones de este trabajo consiste en la falta de uniformidad en la formulación de las encuestas y el número de respuestas obtenidas. Debido a esto, a continuación se presentan algunas de las respuestas de las encuestas realizadas en las asignaturas de Química General y Química Orgánica.

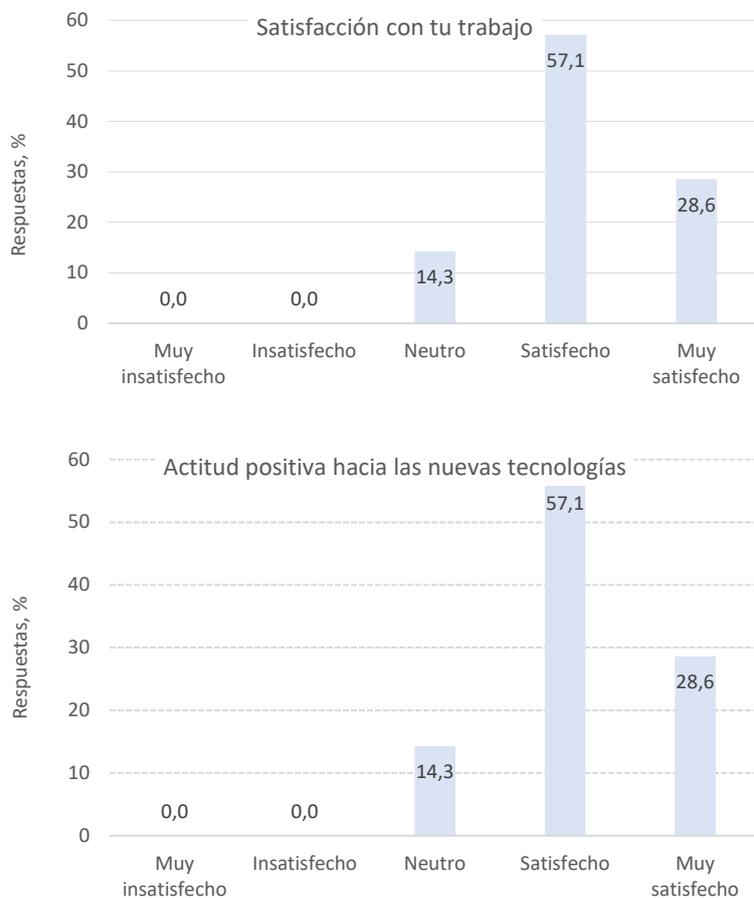
En el caso de Química General, se observó que de 29 estudiantes, 27 realizaron la actividad, y los 2 que no lo hicieron argumentaron que se les había pasado. Con respecto a la dificultad la mayoría contestó que fue

relativamente fácil. Por último, acerca de la percepción de la efectividad de la actividad sobre el aprendizaje (Figura 1), la puntuación media obtenida fue 3.9/5, indicando un alto grado de aceptación en este sentido.



Figura 2. Respuestas (%) de los estudiantes de Química General sobre el valor pedagógico de la redacción de las preguntas.

En el caso de la Química Orgánica, de los 30 participantes, 15 contestaron la encuesta. De ellos, 12 declararon que les gusta la Química Orgánica y solo 3 indicaron que no les gusta, pero estos se mostraron satisfechos al valorar la actividad realizada y el trabajo autónomo que implicaba. La Tabla 2 muestra los resultados.



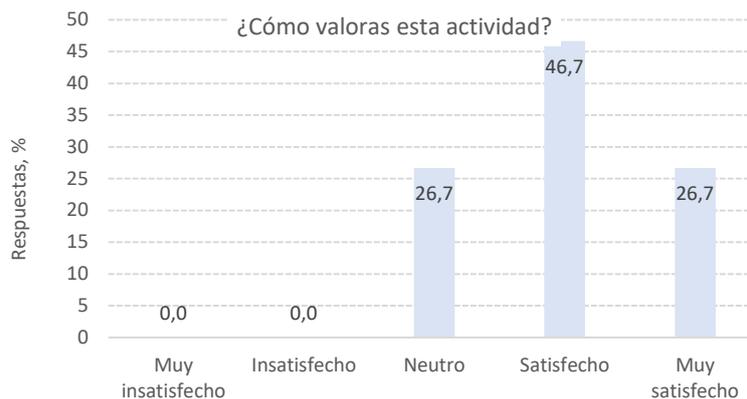


Figura 3. Respuestas, en %, de los estudiantes de Química Orgánica sobre el valor pedagógico de la redacción de las preguntas.

Como se puede observar, la satisfacción más baja de los participantes está relacionada con su trabajo autónomo (3,73). Sin embargo, valoran muy positivamente estas nuevas metodologías (4,33) y en especial, la realizada en la asignatura (4,0). Esto se refleja en algunos comentarios sobre las mejoras que propondrían: “*A mí me gustó la actividad y me parece buena la idea de hacer un cuestionario final con las preguntas*” y “*proponerla con mayor frecuencia*”. Estos resultados están de acuerdo con los publicados por Hung et al. (2011)<sup>10</sup>, que demuestran que las actividades de pedagogía activa del aprendizaje aumentan la satisfacción de los estudiantes con sus procesos de aprendizaje individual y en grupo.

### 3.3.2. Encuestas de satisfacción tras el concurso “Concurso de los Océanos 2023”

Uno de los principales obstáculos a los que se enfrenta una actividad voluntaria como la desarrollada en este proyecto, es precisamente la falta de respuesta por parte del alumnado. Sin embargo, al final se presentaron 12 equipos con 3 alumnos cada uno, es decir, 36 participantes, lo cual fue considerado como un éxito. Es de destacar la creatividad que mostraron a la hora de elegir sus nombres: NISAbemosnadar; Mareducados; Isurus; Lagoona Blue; MNR; Poissones; Hot Bäckerei; Oceanitos; Algas sabias; Androbias; Grampus Griseus; y Los tres.

Una vez concluido el concurso, se les envió una encuesta de satisfacción a los participantes, de los cuales respondieron 13, pertenecientes a 9 de los 12 equipos. Los resultados indican que las principales vías de conocimiento del concurso fueron los carteles colgados en la Facultad y la información dada en clase, además de otras tales la Web y las redes sociales. Además, la mayoría está de acuerdo con que los grupos estuvieran formados por 3 estudiantes. Una de las cuestiones más importantes fue si consideraron haber aprendido algo nuevo con esta actividad. Como puede verse en la Figura 4, la respuesta es muy positiva, ya que se obtuvo una puntuación media de 4.3/5, y el 70 % contestó que estaba totalmente de acuerdo con esta afirmación.

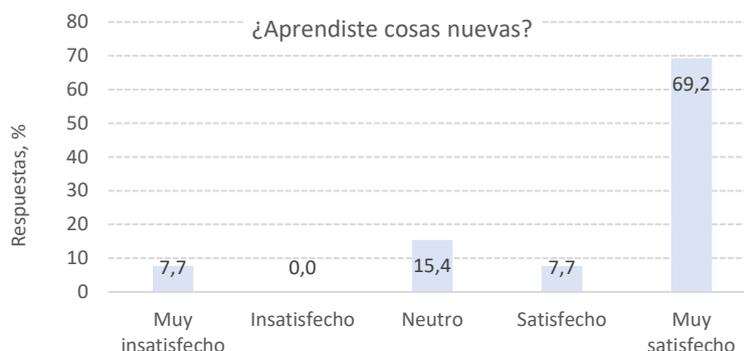


Figura 4. Respuestas respecto a la eficiencia pedagógica del concurso.

Un resultado curioso de la encuesta fue el de las respuestas al tipo de premio que les gustaría obtener (Figura 5). Como puede observarse, las respuestas fueron muy variadas, donde 3 encuestados de nueve (33%) respondieron libros relacionados con las ciencias marinas. Mientras que otros encuestados respondieron que le gustaría alguna suscripción a revista, cursos de formación y asistencia a conferencias.

**Pregunta 10. ¿A qué premio te gustaría optar en la siguiente edición? (respuesta no obligatoria)**

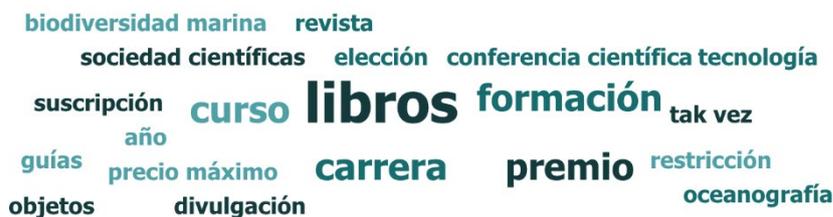


Figura 5. Respuestas de los participantes al tipo de premio que les gustaría recibir.

**4. Limitaciones del proyecto, propuestas de mejora, y desarrollos futuros del proyecto.**

Una vez terminado el proyecto, todos los participantes, profesorado y estudiantes, revisamos qué aspectos de éste habían salido mal, o al menos eran mejorables. De parte de los profesores, se comentó que nuestro grado de compromiso y participación fue muy irregular, ya que por ejemplo, no se realizaron encuestas en todas las asignaturas, no tenían el mismo formato y no todos los departamentos con docencia en la Facultad tenían el mismo grado de representación.

Algunas de las propuestas de mejora formuladas por el profesorado fueron:

- **Colecciones de preguntas.** Crear distintas colecciones de preguntas y con niveles de dificultad diferentes. De esta forma se podrá evitar la repetición en distintas ediciones del concurso, además de adaptarse a distintas etapas del sistema educativo, incluyendo a los Institutos de Enseñanzas Secundaria. Se considera también la posibilidad de incluir preguntas en inglés o realizar una colección en ese idioma.

- **Comité de expertos.** Debe establecer los criterios para la selección de preguntas de las asignaturas involucradas asegurando que todas estén representadas, y participar de manera más activa durante el concurso, interactuando con los participantes y proporcionando información sobre las respuestas.

- **Premios.** Valorar la posibilidad de otorgar premios a los segundos y terceros ganadores, teniendo en cuenta las sugerencias proporcionadas por los participantes en esta primera edición del concurso.

Con respecto a los alumnos, las propuestas de mejora aportadas por los estudiantes que participaron en la elaboración de las preguntas indican una actitud positiva hacia estas propuestas de innovación en el aula. A continuación, se indican los 10 comentarios recopilados a través de la asignatura Química Orgánica en respuesta a la cuestión ¿Qué mejorarías en la actividad GIEMAR (buscar preguntas del temario y posibles respuestas/resolver cuestionario evaluable con esas preguntas)?

- *Tener una sesión con todos los alumnos e intentar resolver las preguntas de los demás, también ver si se pueden mejorar;*
- *Proponerla con mayor frecuencia*
- *A mí me gustó la actividad y me parece buena idea hacer un cuestionario final con las preguntas*
- *De por sí, ya me parece una muy buena actividad que no requiere mejora*
- *Me parece muy buena actividad, a lo mejor la haría en pequeños grupos para ayudarnos;*
- *Así está bien*
- *4 estudiantes responden nada*

Con respecto a sugerencias para la mejora del concurso, algunas sugerencias fueron:

- las respuestas se podrían explicar por el comité de expertos presente durante el concurso,
- en algunos casos no era necesario parar tanto en cada respuesta,
- repartir el premio entre los primeros tres equipos ganadores, de esta manera los segundos y terceros puestos también podrían optar a premios de menor presupuesto que los primeros
- les pareció muy divertido y les gustó como está planteado el “Concurso” alternando preguntas de distintos niveles de dificultad.

## 5. CONCLUSIONES

Esta presentación ilustra un proyecto de dinamización desarrollado por el Grupo de Innovación Educativa GIEMAR en la Facultad de Ciencias del Mar. El objetivo era involucrar al alumnado mediante la confección de una colección de preguntas de los temarios de distintas asignaturas de Biología, Química, Física y Geología, y su utilización en la plataforma Kahoot! Las encuestas de opinión muestran una actitud muy positiva de los estudiantes involucrados, ya fuera en la confección de las preguntas o en la participación en el concurso. El GIE ha tomado las sugerencias de los participantes para realizar las mejoras oportunas en ediciones futuras con el objetivo de involucrar a más asignaturas, e incluso llegar a los niveles medios del sistema educativo.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores de este trabajo agradecen a los miembros GIE que han participado en el proyecto “PIE 2022-66 UNIDIGITAL - PIEFI - Línea 3 Contenidos y programas de formación” con ideas y trabajo fundamentales para el éxito del proyecto. Asimismo, los profesores participantes en el proyecto agradecen a los estudiantes matriculados en las asignaturas objeto de estudio en el curso 2022-2023 su implicación en este proyecto, así como la colaboración del Consejo Social de la ULPGC.

## REFERENCIAS

- [1] Finch, D., Peacock, M., Lazdowski, D., Hwang, M., “Managing emotions: A case study exploring the relationship between experiential learning, emotions, and student performance”. *Int. J. Manag. Educ.* 13, 1, 23-36 (2015).
- [2] Frenzel, A. C., Goetz, T., Lüdtke, O., Pekrun, R., & Sutton, R. E., “Emotional transmission in the classroom: Exploring the relationship between teacher and student enjoyment. *J. Educ. Psychol.*, 101(3), 705–716 (2009).
- [3] Simões, J. Díaz Redondo, R., Fernández Vilas, A. “A social gamification framework for a K-6 learning platform. *Comput. Hum. Behav.* 29, 2, 345-353 (2013).
- [4] Rodríguez Lopez, F., Arias-Oliva, M., Pelegrín-Borondo, J., Marín-Vinuesa, L. M., “Serious games in management education: An acceptance analysis” *Int. J. Manag. Educ.* 19, 100517 (2021).
- [5] Vranešić, P., K. Aleksic-Maslac, and B. Sinkovic. (2019) "Influence of gamification reward system on student motivation." 2019 42<sup>nd</sup> International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics (MIPRO): 766–772.
- [6] Lunden, I. (2018). Education quiz app Kahoot says it’s now used by 50% of all US K-12 students, 70M users overall (Vol. 2019). TechCrunch.
- [7] Vick, I. (2019). Training professionals from three countries share their Kahoot!’ing experience (Vol. 2019). <https://kahoot.com/blog/2019/09/10/top-training-tipskahoot-around-world/>: Kahoot!.
- [8] Wang, A. F. and Tahir R., “The effect of using Kahoot! for learning – A literature review”. *Comput Educ* 149, 103818 (2020).
- [9] Ryan, M. D. & Reid, S. (2016). Impact of the flipped classroom on student performance and retention: a parallel controlled study in general chemistry. *J Chem Educ* 93(1), 13–23.
- [10] Hung, J., Ediger, R., Lee, D. (2017) Students' Satisfaction on Their Learning Process in Active Learning and Traditional Classrooms. *Int. J. High. Educ.*, v29 N1 p108-118. ISSN 1812-9129.

# Uso de Realidad Virtual para el aprendizaje de Anatomía en Educación Primaria. Un estudio sobre la motivación del alumnado.

Miguel Ángel Pérez-Sousa<sup>a</sup>. María Rocío Carrasco-Zahínos<sup>b</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ciencias de la Educación y Psicología. Universidad Córdoba.

<sup>b</sup> Facultad de Facultad de Educación, Psicología y Ciencias del Deporte. Universidad de Huelva.

## RESUMEN

El Grado de Maestro de Educación Primaria, contempla el estudio de materias muy diversas. Entre las cuales se encuentra la anatomía, dentro de la mención de Educación Física. Por tanto, los alumnos se enfrentan a paradigmas muy diversos, lo cual puede entorpecer el aprendizaje. Tal es el caso de la anatomía del aparato locomotor, donde la comprensión de la localización y funcionamiento de este requiere de herramientas que ayuden a visualizarlo. La Realidad Virtual (RV) nos brinda la oportunidad tecnológica necesaria para que el alumno se sumerja dentro del cuerpo humano y pueda, con un mayor grado de realismo, aprender la complejidad del sistema locomotor. Por ello, el objetivo del trabajo fue explorar la motivación del alumnado universitario del Grado de Maestro de Educación Primaria tras el uso de RV para el aprendizaje de anatomía dentro de la asignatura de Educación Física y Salud. Para ello, se utilizó la aplicación de RV Holotomy durante 3 sesiones de aprendizaje con un total de 12 estudiantes. La motivación se evaluó con el cuestionario Instructional Material Motivational Survey (IMMS) de Keller. Los resultados ofrecieron una motivación alta hacia el aprendizaje de la materia mediante el uso de RV especialmente en las dimensiones de Atención y Satisfacción. Por tanto, podemos concluir que el uso de RV podría ser una buena estrategia para mejorar la motivación hacia el aprendizaje de la anatomía del aparato locomotor en los estudiantes del Grado de Maestro de Educación Primaria

**Keywords:** Realidad Virtual, anatomía, aprendizaje, motivación, educación primaria

## 1. INTRODUCCIÓN

Desde la implantación de los grados de Educación Primaria, los estudiantes se enfrentan al aprendizaje de materias muy diversas que van desde asignaturas específicas del ámbito de las matemáticas hasta la Educación Física. En la mención de Educación Física, la mayoría de los planes de estudios contemplan la asignatura de Educación Física y Salud, Motricidad, Actividad Física y Salud o similares. En ellas, el aprendizaje de la anatomía del aparato locomotor cobra un papel importante, ya que ofrece nociones básicas a los futuros docentes sobre las estructuras y funcionamiento del cuerpo humano. En nuestra experiencia primero como estudiantes de dicha materia y posteriormente como docentes en el grado de Ciencias de la Actividad Física y del Deporte y en el grado de Maestro de Educación Primaria, con mención en Educación Física, venimos observando dificultades en la comprensión y asimilación de contenidos en torno a la anatomía y funcionamiento motriz del cuerpo. Las razones pueden ser diversas, como mencionamos anteriormente, la diversidad de materias del grado de Maestro de Educación Primaria, un bajo nivel de conocimientos de materias relacionadas con la biología o, simplemente una baja motivación hacia estos contenidos. El estudio sistemático y organizado de la composición estructural del cuerpo humano, organización ósea, posición y planos tridimensionales del organismo, son varios contenidos y metas de enseñanza de la anatomía funcional del aparato locomotor. Actualmente, se precisa, para una mejor comprensión de su funcionamiento, una mayor integración de nuevas tecnologías que permitan una visualización completa del aparato locomotor. La forma tradicional de enseñar la anatomía o modelo clásico ha estado basada en la enseñanza regional de la anatomía, bajo una visión obtusa, quizás desde una visión asistencial de la salud, que impide que el alumno integre la anatomía dentro del conjunto de funciones del cuerpo humano.

Hoy en día, la enseñanza y el estudio de la anatomía está atravesando un momento de cambio, y frente a los recursos en 2 dimensiones más habituales como las láminas anatómicas, los grabados y dibujos o los modelos en resina, la era digital ha puesto a disposición de la comunidad académica nuevos recursos para su explotación. Atlas en 3D, RV y Realidad

Aumentada (RA), son las más utilizadas en el sistema educativo. Gracias a estas nuevas herramientas está cambiando la forma en la que dictar, aprender y estudiar la morfología y funcionamiento del cuerpo humano cuyo uso, se ha incrementado considerablemente en los últimos años. Concretamente, desde la pandemia COVID-19 el uso de la tecnología educacional se ha incrementado, en principio para suplir la no presencialidad en las aulas, pero las potencialidades que ofrece para el proceso de enseñanza-aprendizaje, la ha establecido como una herramienta indispensable para docentes y estudiantes (Jiménez et al., 2000). De esta manera las nuevas tecnologías de la información y comunicación constituyen los medios por excelencia para apoyar los sistemas presenciales, siendo estos cada vez más indispensables ofreciendo a docentes y alumnos nuevas formas de enseñar y aprender (Sevillano-García & Vázquez-Cano, 2015).

La RV es un entorno de escenas y objetos de apariencia real —generado mediante tecnología informática— que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno se contempla a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de Realidad Virtual. Se trata de un ámbito totalmente inmersivo y todo lo que vemos forma parte de un entorno construido de manera artificial a través de imágenes, sonidos, etc. Por su parte, en la RA nuestro propio mundo se convierte en el soporte para colocar objetos, imágenes o similares. Todo lo que vemos está en un entorno real y puede que no sea estrictamente necesario usar gafas.

Respecto a la efectividad de la RV en la enseñanza de anatomía en estudiantes de medicina, existe evidencia de resultados positivos en relación a la percepción y motivación por parte de los estudiantes lo cual puede influir en el correcto cumplimiento de los resultados de aprendizaje (Kockro et al., 2015). Sin embargo poco se sabe hasta la fecha de su aplicabilidad en estudiantes de grado de Educación Primaria.

El objetivo del presente trabajo consistió en examinar la motivación del alumnado universitario del Grado de Maestro de Educación Primaria tras el uso de RV para el aprendizaje de anatomía dentro de la asignatura de Educación Física y Salud.

## 2. METODOLOGÍA

Para dar respuesta al objetivo planteado se utilizó un instrumento reducido del Instructional Material Motivational Survey (IMMS) de Keller (Keller, 2010). Este cuestionario está compuesto por 12 ítems, formato Likert, con 7 opciones de respuesta (1=Extremadamente improbable / En desacuerdo y 7= Extremadamente probable / De acuerdo). Este cuestionario ofrece información para el análisis de la motivación en sus diferentes dimensiones: atención, relevancia, confianza y satisfacción.

La intervención didáctica se ejecutó con 12 estudiantes del Grado de Maestro de Educación Primaria de la Facultad de Educación y Psicología de la Universidad de XXX, matriculados en la asignatura de Educación Física y Salud, durante el curso 2022-2023. En la intervención, los estudiantes pudieron sumergirse en el aprendizaje de la anatomía del aparato locomotor de los miembros inferiores durante 3 sesiones de aprendizaje, mediante la aplicación de RV Holotomy (Teodoro Vite & Ibarra Ramírez, n.d.) con el uso de una gafas de RV.

Para comprobar la calidad de la asimilación de los contenidos de anatomía tras el uso de RV, se compararon la media de las calificaciones correspondiente al examen parcial del módulo de anatomía funcional, entre los 12 participantes en la intervención, establecido como grupo experimental (GE) y otros 12 alumnos no participantes y elegidos al azar, establecido como grupo control (GC). Para examinar las diferencias, las calificaciones fueron transformadas a Box-Cox (Box & Cox, 1964) y posteriormente comparados los resultados entre GC y GE mediante análisis del tamaño del efecto (TE) de Cohen (Cohen, 1988).

## 3. RESULTADOS

En el estudio, participaron un total de 12 estudiantes del Grado de Maestro de Educación Primaria, de la mención de Educación Física. De los 12 estudiantes, 8 eran mujeres y 4 hombres, con una media de edad de 21 años (DT 0,8). En la Tabla 1, presentamos los estadísticos descriptivos por ítem y dimensión. En la dimensión Satisfacción, la media de las puntuaciones fue de 6,33 (DT 1,16), siendo el ítem con mejor puntuación *Me ha gustado esta clase (con RV)* con una media de 6,44 (DT 1,11). En la dimensión Atención, la media de las puntuaciones fue de 6,01 (DT 1,31) siendo la mejor de las

puntuaciones en el ítem *La calidad de las actividades con RV me ayuda a mantener la atención* con una media de 6,21 (DT 1,01). La dimensión Relevancia también obtuvo una valoración positiva por parte del estudiantado con una media de 5,55 (DT 1,09). Por último la dimensión Confianza fue la que obtuvo peor puntuación con respecto a las anteriores con una media de 4,84 (DT 1,39). De este modo, se puede observar cómo en todos los ítems de todas las dimensiones existe una valoración muy positiva sobre el uso de RV para el aprendizaje de la anatomía de los miembros inferiores. Teniendo en cuenta que las puntuaciones en los ítems se basan en una escala de 1 a 7, donde 1 indica la peor valoración y 7 la mejor, todos los ítems de las dimensiones superan la mitad (3,5), por lo que se aprecia una valoración positiva hacia la motivación que implica el uso de la RV. Las dos dimensiones con mejor valoración fueron Atención y Satisfacción. Por otra parte, las otras dos dimensiones, Relevancia y Confianza, obtuvieron positivas valoraciones, aunque menores que las anteriores. Esto refleja que el uso de RV aumenta la capacidad atencional de los alumnos durante las clases de anatomía o estudio de la misma y además una mejor satisfacción. Esto no indica que la relevancia y confianza en el uso de RV para el estudio de anatomía no se menoscabe, sino todo lo contrario, ya que obtuvieron valoraciones positivas, pero no tan significativas como las dimensiones Atención y Satisfacción. En general, los resultados indican una mayor motivación hacia el uso de RV.

Tabla 1. Estadísticos descriptivos por ítems y dimensiones del cuestionario

	Media	SD
Dimensión Atención	6,01	1,31
1. La calidad de las actividades con RV me ayuda a mantener la atención	6,21	1,01
2. La forma de organizar la información usando estos materiales (RV) me ayuda a mantener la atención	6,16	1,13
3. La variedad de actividades ayuda a mantener mi atención en clase	5,66	1,80
Dimensión Relevancia	5,55	1,09
4. Para mí es claro como esta clase está relacionada con cosas que ya sabía	5,01	0,91
5. Los contenidos y las actividades con RV transmiten la impresión de que merece la pena conocer los contenidos de la lección	5,54	1,39
6. El contenido de esta clase es útil para mí	6,12	0,98
Dimensión Confianza	4,84	1,39
7. Mientras trabajo en esta clase con RV, estoy seguro de que voy a aprender los contenidos	5,87	1,11
8. Después de trabajar en esta clase, me siento seguro de que sería capaz de aprobar un examen sobre el tema	4,21	1,17
9. La buena organización de la clase con RV me ayuda a estar seguro de que voy a aprender los contenidos	4,44	1,89
Dimensión Satisfacción	6,33	1,16
10. He disfrutado tanto en clase con RV que me gustaría saber más sobre la materia	6,28	1,32
11. Me ha gustado esta clase (con RV)	6,44	1,11
12. Ha sido un placer trabajar en una clase tan bien diseñada con RV	6,29	1,05

Para comprobar en términos reales el grado de asimilación de los contenidos de anatomía, se realizó una comparación entre un grupo experimental y un grupo control (no participante en las sesiones didácticas). Se puede observar en la Tabla 2, como las calificaciones obtenidas en el examen parcial del módulo de anatomía funcional entre los 12 participantes en la intervención fue de 8,50 (DT 1,00) mientras que en el grupo control fue de 7,00 (DT 1,50). Mediante TE d'Cohen se examinaron las diferencias en las calificaciones siendo de 1,17 (95% IC 0,31; 2,04), lo cual arroja una diferencia grande entre GE y GC.

Tabla 2. Resultados examen módulo de anatomía funcional

Grupos	M (DT)	ES (95% IC)
Experimental	8,50 (1,00)	1,17 (0,31; 2,04)
Control	7,00 (1,50)	

#### 4. CONCLUSIONES

Se constató la intervención positiva con RV en el aprendizaje de la anatomía del aparato locomotor en estudiantes del Grado de Maestro de Educación Primaria. Especialmente los estudiantes puntuaron positivamente en las dimensiones Satisfacción y Atención. Por tanto, el empleo de RV podría ser una buena estrategia para mejorar la motivación hacia el aprendizaje de la anatomía del aparato locomotor en los estudiantes del Grado de Maestro de Educación Primaria. Además, los resultados de las calificaciones indicaron una mejor asimilación de los contenidos en aquellos alumnos participantes en la intervención didáctica a través de RV.

Por último, podemos indicar que muy posiblemente, la RV podría sustituir sistemas clásicos como los modelos de resina o los atlas en papel, acercando a los alumnos a una anatomía inmersiva y real, ya que se obtiene una mayor motivación hacia el aprendizaje con mejores resultados académicos.

#### 5. REFERENCIAS

- Box, G. E. P., & Cox, D. R. (1964). An Analysis of Transformations Author ( s ): G . E . P . Box and D . R . Cox Published by : Wiley for the Royal Statistical Society Stable URL : <http://www.jstor.org/stable/2984418> Accessed : 08-03-2016 06 : 53 UTC Your use of the JSTOR archive indicates. *Journal, Source Statistical, Royal Series, Society*, 26(2), 211–252.
- Cohen, J. (1988). *Statistical power analysis for the behavioral sciences*. L. Erlbaum Associates.
- Jiménez, A. de A., Abarca, M., & Ramírez, E. (2000). *Cuándo y Cómo usar la Realidad Virtual en la Enseñanza*.
- Keller, J. M. (2010). Motivational design for learning and performance: The ARCS model approach. *Motivational Design for Learning and Performance: The ARCS Model Approach*, 1–353. <https://doi.org/10.1007/978-1-4419-1250-3/COVER>
- Kockro, R. A., Amaxopoulou, C., Killeen, T., Wagner, W., Reisch, R., Schwandt, E., Gutenberg, A., Giese, A., Stofft, E., & Stadie, A. T. (2015). Stereoscopic neuroanatomy lectures using a three-dimensional virtual reality environment. *Annals of Anatomy - Anatomischer Anzeiger*, 201, 91–98. <https://doi.org/10.1016/J.AANAT.2015.05.006>
- Sevillano-García, M., & Vázquez-Cano, E. (2015). The Impact of Digital Mobile Devices in Higher Education. *J. Educ. Technol. Soc.*
- Teodoro Vite, S., & Ibarra Ramírez, V. H. (n.d.). *Holotomy*. Retrieved September 28, 2023, from <https://visalio.com/index.php/atlas-anatomico>

# Innovación en el aprendizaje de la auscultación cardíaca: CardioBeat.

Alberto Domínguez-Rodríguez<sup>a</sup>, Candelaria Martín-González<sup>a</sup>, Guillermo Burillo-Putze<sup>b</sup>, Daniel Hernández-Vaquero<sup>c</sup>, Pablo Avanzas-Fernández<sup>c</sup>.

<sup>a</sup>Departamento de Medicina Interna, Dermatología y Psiquiatría, Facultad de Ciencias de La Salud, Universidad de La Laguna. <sup>b</sup>Departamento de Medicina Física y Farmacología, Facultad de Ciencias de La Salud, Universidad de La Laguna. <sup>c</sup>Universidad de Oviedo.

## RESUMEN

La auscultación cardíaca es una competencia clínica que aporta mucha información, pero precisa un entrenamiento continuado. El desarrollo y la utilización de una herramienta que permita el entrenamiento en la escucha de los ruidos cardíacos en el alumnado de grado pueden ser de gran utilidad en la formación clínica. Se ha diseñado una aplicación basada en simulación clínica, CardioBeat, que a través de un servicio online permite conocer la auscultación cardíaca normal, detectar tercer y cuarto ruidos (ruidos patológicos) y los distintos soplos cardíacos en función de la patología valvular que tenga el paciente. Se incluyen también resultados derivados del análisis del uso de este método en los tres primeros meses tras su creación, donde se observa que cada usuario accedió a la aplicación una media de  $16 \pm 5$  veces durante el mes de mayo,  $13 \pm 5$  veces en junio y  $12 \pm 6$  veces en julio. En los tres meses que se analizan el alumnado accedió un total de 198 veces al programa, los especialistas en Atención Primaria 2162 veces y los especialistas en Cardiología 16 veces. Con CardioBeat se persigue, mediante el uso de herramientas TIC y dentro un modelo de enseñanza centrado en el alumnado, flexible y de aprendizaje autónomo, mejorar la adquisición de la competencia de la auscultación cardíaca.

**Palabras clave:** simulación clínica, auscultación cardíaca, aprendizaje autónomo, herramientas TIC, innovación educativa, competencia clínica.

## 1. INTRODUCCIÓN

Antes de la aparición del estetoscopio, algunos médicos ocasionalmente realizaban la auscultación colocando directamente su oído sobre el tórax del paciente, método que posteriormente se denominó “auscultación inmediata”, dado que no requería de ningún objeto. Esta técnica podía ser efectiva en el diagnóstico de enfermedades pulmonares, sin embargo, resultaba limitada en el caso de las enfermedades cardíacas<sup>1</sup>.

En el año 1816 se solicitó al médico francés René Laënnec que examinara a una mujer joven, con sobrepeso y síntomas de enfermedad cardíaca<sup>2</sup>. Dada la edad y sexo de la paciente, el Dr. Laënnec consideró inapropiada la “auscultación inmediata”. En su lugar, ideó un método empleando un tubo de papel largo y enrollado creando un embudo, posicionando un extremo sobre el área precordial de la paciente y el otro extremo en el oído del médico. El resultado fue que el Dr. Laënnec escuchó tan bien los sonidos cardíacos, quedando “tan sorprendido como satisfecho”<sup>3</sup>, que denominó esta nueva técnica como “auscultación mediata”. En los años posteriores, y después de experimentar con múltiples materiales diseñó un estetoscopio biaural con tubos flexibles, que mostró ser muy útil, siguiendo vigente el modelo a día de hoy<sup>4</sup>.

El estetoscopio o fonendoscopio se ha convertido en una herramienta indispensable para el médico, que se empieza a utilizar desde los estudios de grado. Sin embargo, realizar una auscultación adecuada y ser capaz de identificar los diferentes sonidos cardíacos (especialmente los sonidos patológicos) requiere un entrenamiento.

### 1.1. La relevancia de la auscultación cardíaca.

A día de hoy, la auscultación cardíaca sigue siendo una herramienta indispensable en la práctica clínica, continúa siendo el método tradicional y la primera herramienta básica que se aplica para la evaluación del estado funcional del corazón. Desde los primeros cursos del grado, el alumnado, como parte de la exploración física del paciente, debe conocer desde el punto de vista teórico la anatomía y función cardíaca así como que es posible escuchar sonidos normales o patológicos en función de si existe patología estructural y/o valvular. Para adquirir esta habilidad y realizarla de forma sistemática cada vez que explore a sus pacientes requiere de un entrenamiento previo que le permita conocer lo fisiológico y distinguirlo de lo patológico. Sin embargo, varios estudios reflejan que actualmente las competencias del examen físico no alcanzan el nivel de aceptables, tanto en el médico como en el alumnado, y particularmente a nivel de la auscultación cardíaca<sup>5-7</sup>. Además, a pesar de haber adquirido estas habilidades de forma adecuada, la curva de aprendizaje decae rápidamente si no se practican de forma continuada<sup>8</sup>.

Por otro lado, en las últimas décadas el ejercicio de la medicina ha asistido al desarrollo de técnicas que ayudan a la valoración cardíaca, como la ecocardiografía u otras técnicas de imagen cardíacas. En cualquier caso, son técnicas complementarias, siendo lo fundamental una adecuada historia clínica y exploración física tanto sistémica como cardíaca en la correcta evaluación de un paciente. La auscultación cardíaca es una técnica no invasiva, rápida y de bajo coste que puede realizarse en cualquier situación (domicilio, consulta o urgencias) donde el clínico puede identificar anomalías en los sonidos cardíacos, como soplos, ritmos irregulares o ruidos adicionales, lo que proporciona pistas importantes sobre la función cardíaca.

Realizar una auscultación cardíaca sistemática puede aportar, por tanto, gran cantidad de información, pero, como se ha mencionado, depende en gran medida de la habilidad de la persona que la realiza, por lo que es una técnica subjetiva. Se han descrito varios métodos para evaluar su precisión y utilidad, pero la heterogeneidad de los estudios publicados dificulta poder compararlos<sup>9-13</sup>. Sin embargo, de estos estudios se puede extraer una serie de conclusiones: 1) la sensibilidad es baja (particularmente para los ruidos de galope y para los soplos diastólicos), pero la especificidad es elevada; 2) la similitud entre dos observadores es de moderada a baja; 3) a mayor experiencia de los auscultadores, mayor incremento de sensibilidad y de especificidad; 4) existe una correlación positiva entre la sensibilidad y la severidad de la lesión cardíaca.

El alumnado de grado debe conocer la importancia que tiene la adquisición de esta competencia y tener presente que realizar una auscultación cardíaca inadecuada puede impedir un diagnóstico correcto y llevar a cabo un tratamiento adecuado, lo que puede condicionar la evolución clínica del paciente y aumentar los costes sanitarios<sup>14</sup>. Por tanto, si se consigue la adquisición de esta competencia en el alumnado de grado es previsible que a lo largo de su trayectoria profesional diagnosticarán mejor la patología cardíaca.

En los últimos años se detectó que era necesario implementar la adquisición de esta habilidad en los estudiantes de medicina y más aún tras la pandemia causada por el SARS-CoV-2. Así, durante la pandemia las prácticas clínicas del grado en Medicina se vieron seriamente afectadas dada la dificultad de asistencia a las mismas, tanto por la sobrecarga asistencial y la necesidad de aislamiento de los pacientes como por la necesidad de cambio a otros modelos de docencia basados en la docencia no presencial<sup>15</sup>. Todo ello impidió al alumnado la posibilidad de realizar exploración física a pacientes, con la consiguiente dificultad de alcanzar una curva de aprendizaje óptima en la auscultación cardíaca.

Para entrenar la adquisición de esta competencia existen varias opciones disponibles, tanto libros de texto y documentos educativos<sup>16</sup>, como reproductores de MP3<sup>17</sup> y estetoscopios electrónicos modificados<sup>18</sup>. Sin embargo, tanto nuestra propia experiencia como docentes como la evidencia recogida en la literatura publicada refleja que lo más efectivo es el entrenamiento basado en simulación<sup>19,20</sup>, que permita al alumnado familiarizarse tanto con la auscultación cardíaca normal como con los diferentes sonidos patológicos de manera que sepan identificarlos al enfrentarse a una situación clínica real.

La implementación, con la ayuda de la tecnología, de una herramienta que permita el entrenamiento en la escucha de los sonidos cardíacos en el alumnado de grado será de gran ayuda en la formación clínica. Además, la incorporación de las TIC está en sintonía con las demandas actuales en la docencia, donde es preciso integrar modelos educativos flexibles, centrados en el alumnado y enfocados en las competencias cambiando el concepto clásico de la clase magistral. Por

tanto, el objetivo de este trabajo es describir una herramienta de simulación clínica, denominada CardioBeat<sup>21</sup> y sus posibles aplicaciones en el grado en Medicina.

## 2. METODOLOGÍA

Para implementar el entrenamiento en la auscultación cardíaca, se ha diseñado una aplicación que permite escuchar sonidos cardíacos reales, tanto normales como patológicos. Para ello se empleó un fonocardiograma, que es un registro gráfico en forma de onda en el cual se puede observar los sonidos cardíacos obtenidos con un fonendoscopio. El fonocardiograma aporta datos sobre la temporización, la intensidad relativa, frecuencia, calidad, tono, timbre y localización precisa de los diferentes componentes del sonido cardíaco, de una forma objetiva y repetible. Una vez obtenido este registro, con un total de 31 ruidos cardíacos diferentes, se contactó con un programador de software y se expuso la idea de crear un asistente virtual de auscultación cardíaca. Así, se diseñó integrar el sonido cardíaco normal con pinceladas teóricas de recuerdo (localización de los focos de auscultación cardíaca o las fases del ciclo cardíaco) de manera que el resultado fuese una aplicación práctica al alcance tanto del alumnado del Grado como de médicos en formación o que ya estuvieran desarrollando su carrera profesional.

La aplicación, denominada CardioBeat<sup>21</sup>, a través de un servicio online permite también detectar tercer y cuarto ruidos (ruidos patológicos) y los distintos soplos cardíacos que el alumnado del grado en medicina y cualquier profesional en el ejercicio de la medicina debe conocer. Así, permite escuchar diferentes soplos:

- 1) Valvulopatía mitral: estenosis mitral, insuficiencia mitral, valvulopatía mitral doble.
- 2) Valvulopatía tricuspídea: insuficiencia tricuspídea.
- 3) Valvulopatía aórtica: estenosis aórtica, insuficiencia aórtica, valvulopatía aórtica doble.
- 4) Valvulopatía pulmonar: estenosis pulmonar
- 5) Persistencia del ductus arterial.
- 6) Comunicación interventricular.
- 7) Comunicación interauricular.
- 8) Roce pericárdico.



**ACCESO A LA WEB**

Figura 1. Código QR que proporciona acceso a la web de CardioBeat.

# Primer ruido cardíaco

Corresponde al cierre de las válvulas auriculoventriculares (mitral y tricúspide), la válvula mitral se cierra antes.

Se oye en dos sitios:

- Punta del corazón (**sonido 1**).
- Zona del foco tricuspídeo (**sonido 2**).

## Intervalo PR

Si el intervalo PR es corto, es decir, igual a 0.12 segundos, el primer ruido es acentuado (**sonido 3**).

Si el intervalo PR es normal, es decir, igual a 0.20 segundos, la intensidad del primer ruido es igual a la del segundo ruido (**sonido 4**).

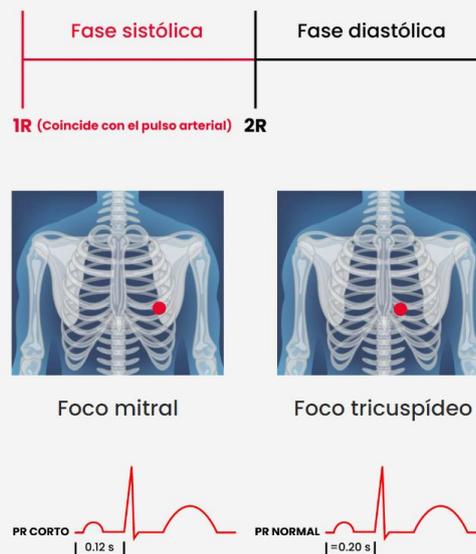


Figura 2. Captura de pantalla correspondiente a la auscultación del primer ruido cardíaco en la web de CardioBeat.

## 3. RESULTADOS

La aplicación se promocionó entre alumnado de medicina y especialistas en Atención Primaria y Cardiología con una charla de presentación donde se explicaba sus características, su potencial y la aplicabilidad en los diferentes ámbitos de la formación médica, cuyo espectro va desde el alumnado del grado en Medicina hasta profesionales especialistas ya en el ejercicio de la medicina. Además, en junio de 2023 se publicó un manuscrito en la Revista Española de Urgencias y Emergencias, donde se refleja la importancia de la auscultación cardíaca y se presenta la aplicación a la comunidad científica<sup>22</sup>.

CardioBeat se ha empezado a utilizar desde mayo de 2023 por médicos especialistas en atención primaria, cardiólogos y 5 estudiantes del grado en Medicina como proyecto piloto, sin estar instaurado en este momento en el grado de medicina. Se muestran a continuación los resultados preliminares en relación con el perfil de los usuarios de la aplicación.

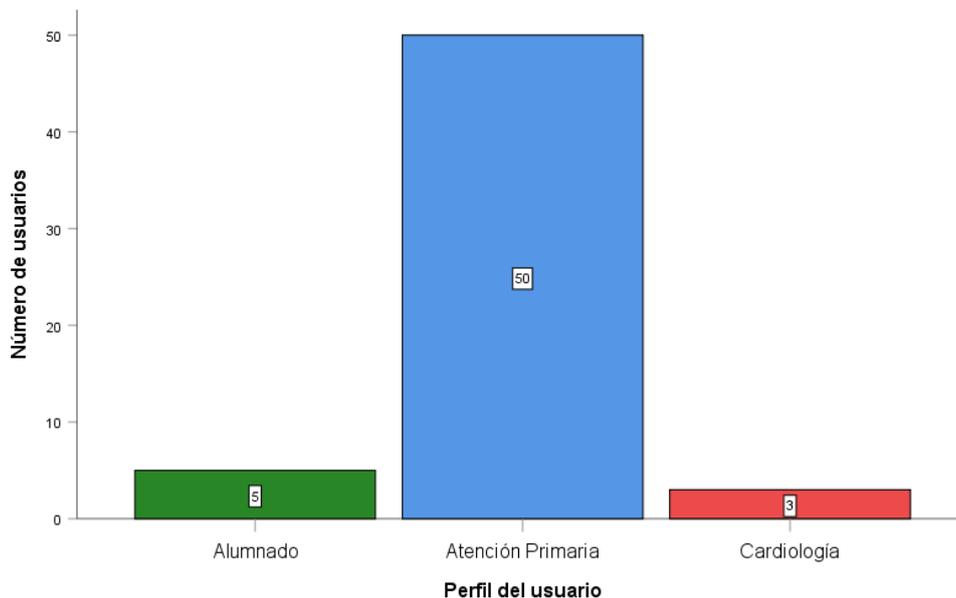


Figura 3. Perfil de los usuarios de CardioBeat.

Cada usuario accedió a la aplicación una media de  $16 \pm 5$  veces durante el mes de mayo,  $13 \pm 5$  veces en junio y  $12 \pm 6$  veces en julio. En los tres meses que se analizan el alumnado accedió un total de 198 veces al programa, los especialistas en Atención Primaria 2162 veces y los especialistas en Cardiología 16 veces.

Los dos primeros grupos accedieron al programa durante los tres meses, mientras que los especialistas en Cardiología solo accedieron durante el mes de mayo. Como era deducible viendo el análisis descriptivo, existieron diferencias entre la media de acceso a la aplicación de Atención Primaria y el alumnado respecto al grupo de Cardiología ( $p=0.016$ ).

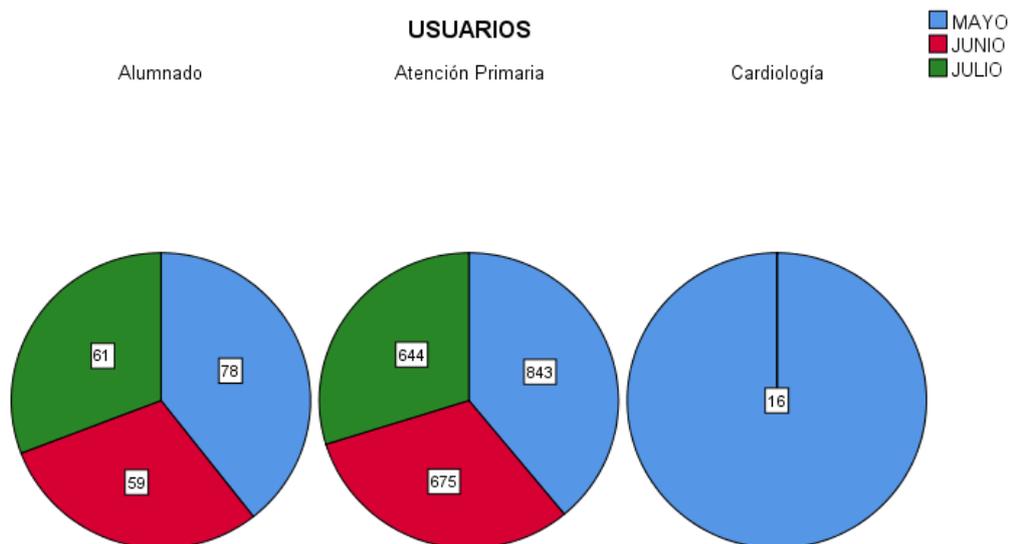


Figura 4. Número de accesos por mes a la web de CardioBeat del alumnado, médicos de atención primaria y cardiólogos.

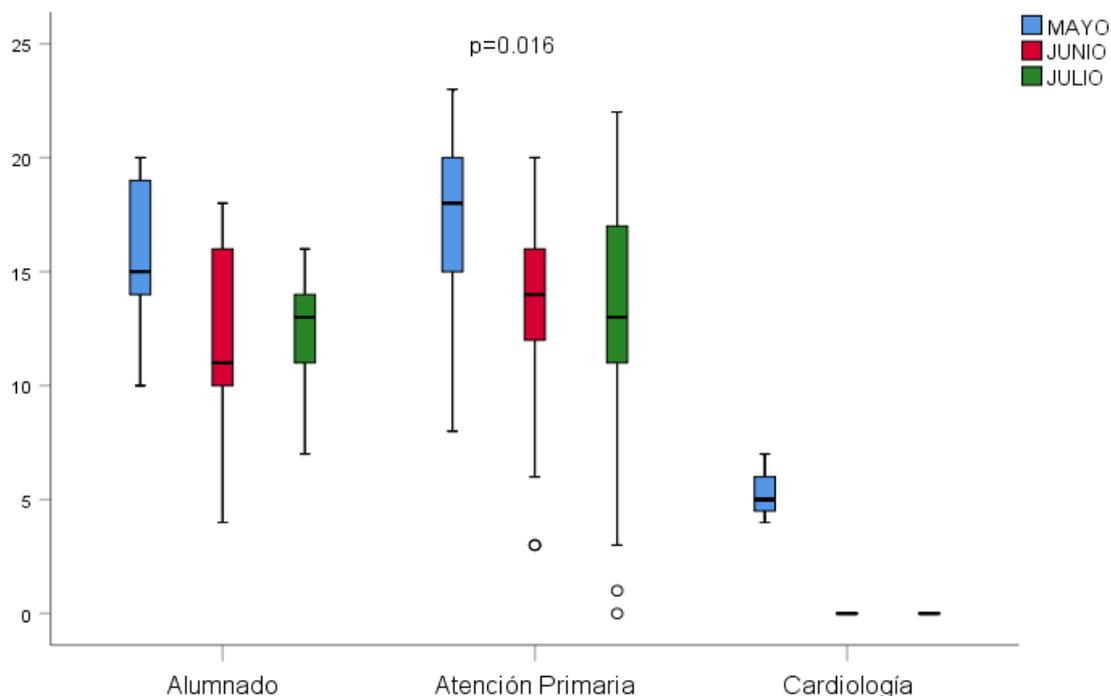


Figura 5. Número medio de accesos a la web de CardioBeat por mes y grupo analizado.

#### 4. DISCUSIÓN

La auscultación cardíaca es una habilidad clínica que debe adquirir cualquier persona que esté en primera línea de atención a un paciente y requiere un entrenamiento previo. CardioBeat permite entrenar la adquisición de esta habilidad y guiar desde los inicios de la formación clínica médica al alumnado del grado en el proceso de auscultación del corazón. Basado en sonidos reales, permite escuchar tanto los ruidos normales como los ruidos patológicos e indica dónde ubicar los focos de auscultación y consigue que se puedan distinguir matices respecto a la duración e intensidad de los ruidos cardíacos.

El proceso de transformación educativa ha orientado la educación de grado a la obtención de competencias. Ya desde 1999, Ron Harden formuló los principios básicos de la educación médica basada en resultados<sup>23</sup>, que radica en esencia en que la educación o la formación vienen definidas por una serie de resultados del aprendizaje que indican las competencias profesionales que deben tenerse en el momento de la evaluación. Por otro lado, el desarrollo del Espacio Europeo de Educación Superior potencia la creación de un modelo de enseñanza-aprendizaje enfocado hacia el aprendizaje basado en el trabajo del alumnado y en el que se definan los resultados de aprendizaje en términos de competencias. El Libro Blanco de la ANECA fue el primer documento de carácter nacional, consensuado entre las 27 facultades de medicina españolas en las que se definen las competencias genéricas y específicas que deberían tener el graduado o graduada en Medicina<sup>24</sup>. En dicho libro se recogen 34 competencias específicas, destacando entre ellas “realizar un examen físico y una valoración mental” y “reconocer las propias limitaciones y la necesidad de mantener y actualizar su competencia profesional prestando especial importancia al aprendizaje de manera autónoma de nuevos conocimientos y técnicas y a la motivación por la calidad”. Es, por tanto, nuestra obligación como docentes enseñar y entrenar al alumnado a realizar una exploración física completa y sistemática, incluida la auscultación cardíaca, que probablemente es la parte de la exploración más complicada de aprender. Además, el alumnado y, por extensión, los profesionales en el ejercicio de la medicina deben ser capaces de reconocer sus limitaciones y de actualizar sus competencias profesionales. Es en estos dos aspectos claves donde se focaliza la utilidad de CardioBeat, tratándose de

una herramienta sencilla y que puede servir de gran ayuda para optimizar la habilidad auscultatoria del alumnado o del clínico.

Al ser la auscultación cardíaca una competencia práctica, se ha demostrado que la repetición del proceso mejora de forma significativa el reconocimiento de los ruidos cardíacos<sup>25</sup>. No obstante, la enseñanza se ve dificultada porque la formación implica realizar la auscultación en repetidas ocasiones y tiempo, del que es difícil disponer en la práctica clínica diaria para formar al alumnado. El uso de herramientas digitales como CardioBeat puede conseguir solventar esas dificultades y alcanzar el objetivo de entrenar el oído para ser capaz de obtener la máxima información clínica posible al realizar la auscultación cardíaca.

Los resultados que se muestran son derivados de un análisis preliminar del número de usuarios actuales de CardioBeat. Reflejan a nuestro juicio dos datos interesantes: los usuarios del grupo del alumnado y los especialistas en Atención Primaria que han utilizado la aplicación han accedido de forma continuada durante tres meses, lo que indica que les ha servido de utilidad. Sin embargo, el grupo de cardiólogos (todos los facultativos que accedieron a la aplicación eran especialistas en Cardiología) solo accedió durante el mes de mayo. Se les solicitó el acceso a la aplicación para testar la página web y que nos proporcionararan un *feedback* sobre CardioBeat. La interpretación que damos a estos resultados es que los cardiólogos cuentan con un entrenamiento intenso y exhaustivo en la habilidad auscultatoria, por lo que probablemente no precisen del uso de esta herramienta en su día a día.

Como limitación del análisis presentado cabe destacar que no se realizó una encuesta de satisfacción, si bien se ha realizado un seguimiento de los usuarios registrados, y se ha publicado comentarios en la web con una satisfacción del 100%. No se ha incluido un grupo control dado que consideramos que el perfil de usuarios de la aplicación debe ser personal de la rama sanitaria con formación médica (tanto alumnado en formación preclínica o personal ya en ejercicio de la profesión).

## 5. CONCLUSIONES

La auscultación cardíaca es una competencia clínica que requiere un entrenamiento constante. Se propone una herramienta basada en simulación, CardioBeat, que a través de un servicio online permite también detectar tercer y cuarto ruidos (ruidos patológicos) y los distintos soplos cardíacos que el alumnado del grado en Medicina y cualquier profesional en el ejercicio de la medicina debe conocer. Dados los resultados, con una media de acceso a la aplicación de  $14 \pm 5$  veces y la necesidad que se evidencia en el alumnado de mejorar esta habilidad, la intención es implementar esta herramienta en el grado de Medicina. Como líneas futuras de actuación se plantea analizar el grado de satisfacción de los usuarios de esta herramienta y establecer posibles acciones de mejora, además de evaluar el aprendizaje adquirido en el alumnado del grado una vez se implemente el uso de la aplicación.

## REFERENCIAS

- [1] Soto Obrador S., Manual de semiología. 2ª Edición. Editorial Andrés Bello (1978).
- [2] Laënnec R.T.H., -“De l’auscultation médiante ou traité du diagnostic des maladies des pumons et du Coeur”. Paris: Brosson & Chaudé (1819). Second expanded edition, 6-10 (1826).
- [3] Williams CT., “A Lecture on Laennec and the evolution of the stethoscope: Delivered before the Medical Department of the University of Oxford”. Br Med J, 6-8 (1907).
- [4] Frishman WH. “Is the Stethoscope Becoming an Outdated Diagnostic Tool?” Am J Med, 128, 668-669 (2015).
- [5] Mangione S., “Cardiac auscultatory skills of physicians-in-training: comparison of three English-speaking countries”. Am J Med, 110, 210-216 (2001).
- [6] Haring C.M., Cools B.M., van der Meer J.W. and Postma C.T. “Student performance of the general physical examination in internal medicine: an observational study”. BMC Med Educ, 14, 73 (2014).

- [7] Roelandt J.R., “The decline of our physical examination skills: is echocardiography to blame?” *Eur Heart J Cardiovasc Imaging*, 15, 249-252 (2014).
- [8] Lam M.Z., Lee T.J., Boey P.Y., Ng W.F., Hey H.W., Ho K.Y. and Cheong P.Y., “Factors influencing cardiac auscultation proficiency in physician trainees”. *Singapore Med J*, 46, 11-14 (2005).
- [9] Rahko P.S., “Prevalence of regurgitant murmurs in patients with valvular regurgitation detected by Doppler echocardiography”. *Ann Intern Med*, 111, 466-472 (1989).
- [10] Marcus G.M., Vessey J., Jordan M.V., Huddleston M., McKeown B., Gerber I.L., Foster E., Chatterjee K., McCulloch C.E. and Michaels A.D. “Relationship between accurate auscultation of a clinically useful third heart sound and level of experience”. *Arch Intern Med*, 166, 617-622 (2006).
- [11] Lok C.E., Morgan C.D. and Ranganathan N. “The accuracy and interobserver agreement in detecting the 'gallop sounds' by cardiac auscultation”. *Chest*, 114, 1283-1288 (1998).
- [12] Kobal S.L., Trento L., Baharami S., Tolstrup K., Naqvi T.Z., Cercek B., Neuman Y., Mirocha J., Kar S., Forrester J.S. and Siegel R.J. “Comparison of effectiveness of hand-carried ultrasound to bedside cardiovascular physical examination”. *Am J Cardiol*, 96, 1002-1006 (2005).
- [13] Roldan C.A., Shively B.K. and Crawford M.H. “Value of the cardiovascular physical examination for detecting valvular heart disease in asymptomatic subjects”. *Am J Cardiol*, 77, 1327-1331 (1996).
- [14] Bank I., Vliegen H.W. and Bruschke A.V. “The 200th anniversary of the stethoscope: Can this low-tech device survive in the high-tech 21st century?” *Eur Heart J*, 37, 3536-3543 (2016).
- [15] Kaul V., Gallo de Moraes A., Khateeb D., Greenstein Y., Winter G., Chae J., Stewart N.H., Qadir N., Dangayach N.S.. “Medical Education During the COVID-19 Pandemic”. *Chest*, 159(5):1949-1960 (2021). doi: 10.1016/j.chest.2020.12.026. Epub 2020 Dec 30. PMID: 33385380; PMCID: PMC7772576.
- [16] Chizner M.A. “Cardiac auscultation: rediscovering the lost art”. *Curr Probl Cardiol*, 33, 326-408 (2008).
- [17] Donato A.A., Kaliyadan A.G. and Wasser T. “Self-directed study using MP3 players to improve auscultation proficiency of physicians: a randomized, controlled trial”. *J Contin Educ Health Prof*, 34, 131-138 (2014).
- [18] Simon E.L., Lecat P.J., Haller N.A., Williams C.J., Martin S.W., Carney J.A. and Pakielka J.A. “Improved auscultation skills in paramedic students using a modified stethoscope”. *J Emerg Med*, 43, 1091-1097 (2012).
- [19] McKinney J., Cook D.A., Wood D. and Hatala R. “Simulation-based training for cardiac auscultation skills: systematic review and meta-analysis”. *J Gen Intern Med*, 28, 283-291 (2013).
- [20] Rüllmann N., Hirtz R., Lee U., Klein K., Mayatepek E., Malzkorn B. and Döing C. “Virtual auscultation course via video chat in times of COVID-19 improves cardiac auscultation skills compared to literature self-study in third-year medical students: a prospective randomized controlled cross-over study”. *GMS J Med Educ*, 14, 39(2): Doc21. (2022) doi: 10.3205/zma001542. PMID: 35692368; PMCID: PMC9174067.
- [21] CardioBeat. (Consultado 1 Octubre 2023). Disponible en: <https://cardiobeat.es/>
- [22] Domínguez-Rodríguez A., Domínguez-González V. and Domínguez-González V. “Papel de la auscultación cardiaca en el siglo XXI: la importancia de la formación”. *Rev Esp Urg Emerg*, 2, 180-182 (2023).
- [23] Harden R.M., Crosby J.R., Davis M.H. and Friedman M. AMEE Guide No. 14: “Outcome-based education: Part 5-From competency to meta-competency: a model for the specification of learning outcomes”. *Med Teach*, 21, 546-52 (1999).
- [24] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación. Libro Blanco. Título de Grado en Medicina (2005).
- [25] Barret M.J., Lacey C.S., Sekara A.E., Linden E.A. and Gracely E.J. “Mastering Cardiac Murmurs”. *Chest*, Vol 126, 2, 470-475 (2004). doi: <https://doi.org/10.1378/chest.126.2.470>

# **Estudio Comparativo entre los Métodos Tradicionales y el Uso de Técnicas Avanzadas de Diagnóstico por Imagen para el Aprendizaje de Anatomía: Resultados Preliminares**

Francisco Suárez, Daniel Morales, Magnolia Conde De Felipe\*, David Farray, Mario Encinoso, Ana S Ramírez\*, Conrado Carrascosa\*, J Raduan Jaber\*

Facultad de Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Campus de Cardones  
s/n. 35413, Las Palmas, España

\*Grupo de Innovación Educativa VETFUN, Facultad de Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Las Palmas, España

## **RESUMEN**

La anatomía puede resultar un desafío tanto para enseñar como para aprender dentro del plan de estudios de medicina veterinaria. Durante muchos años se han utilizado técnicas tradicionales para su enseñanza, pero en la actualidad se está avanzando hacia modelos digitales alternativos e interactivos para involucrar al estudiante y mejorar el aprendizaje anatómico. Sin embargo, las innovaciones digitales en el plan de estudios generalmente han estado más orientadas hacia el plan de estudios médico. De esta manera, el objetivo de este trabajo consistió en la aplicación y comparación de herramientas tradicionales frente a modelos digitales interactivos creados mediante técnicas avanzadas de diagnóstico por imagen para el aprendizaje de anatomía veterinaria. Nuestra experiencia mostró que la combinación de ambas herramientas favoreció una mayor comprensión y evaluación de la materia por parte de los estudiantes, convirtiendo dichas actividades, en innovadoras e interesantes para nuestros alumnos.

**Palabras clave:** Diagnóstico por imagen, Anatomía, Innovación docente.

## **1. INTRODUCCIÓN**

Tradicionalmente, la adquisición de conocimientos anatómicos ha sido un pilar fundamental de la educación médica y la formación clínica. En el pasado, los estudiantes se basaban en largas conferencias didácticas (clases magistrales), disección de cadáveres, libros de texto y modelos simplificados que desarrollaban sus conocimientos y habilidades en anatomía [1,2]. De hecho, la anatomía ha sido considerada como la base de la formación médica [1,3]. En los últimos años, la reducción de créditos de los programas docentes, y la falta de personal calificado para enseñar anatomía aplicada clínicamente han provocado una clara merma en la calidad docente de esta materia [4]. A todos estos inconvenientes se le unen otros aspectos que han acentuado los problemas docentes, aquí se incluyen los materiales empleados para la preservación de los cadáveres, los cuales son altamente tóxicos y conllevan cierta peligrosidad para los estudiantes, y la dificultad para la obtención de animales debido a las nuevas regulaciones europeas en materia de bienestar animal.

Como consecuencia de esto y del rápido avance del empleo de las técnicas avanzadas de diagnóstico por imagen en medicina, incluyendo los ultrasonidos (US), la resonancia magnética (RM), y la tomografía computarizada (TC), el campo de productos digitales creados a partir de éstas ha crecido de forma sorprendente, sobre todo en medicina humana [5–7]. Este hecho nos da una idea de su potencial para ser utilizadas de forma rutinaria en nuestras clases. Sin embargo, ha habido una escasez en este campo desde la perspectiva veterinaria. Ciertamente, ha habido algunos intentos de desarrollar materiales educativos y de formación para la comunidad veterinaria, pero dichos intentos han estado limitados al cerebro de la rata o la rana, las extremidades del caballo, y más recientemente, la cabeza del perro [8–12].

No obstante, aquí el desafío radica en hacer visible lo invisible. Incluso la disección más hábil de especímenes solo puede revelar ciertos aspectos de las relaciones estructurales, y solo después de realizar

una inversión significativa de tiempo y recursos. Por otro lado, la aplicación de técnicas de imagen avanzada puede hacer que muchos aspectos de lo invisible sean visibles. Fundamentalmente, a través de la obtención de cortes seriados de pequeño grosor en diferentes planos del espacio y reconstrucciones tridimensionales que permiten visualizar claramente las relaciones entre estructuras específicas. Además, dichas técnicas favorecen la interacción con estructuras y conceptos que facilitan el razonamiento tridimensional, así como explorar y repetir la visualización de una amplia variedad de estructuras por parte del estudiante.

Por lo tanto, nuestro propósito fue aprovechar las nuevas tecnologías de imagen para desarrollarlas de una manera única, creando una modalidad efectiva para que los estudiantes aprendan la anatomía tridimensional utilizando imágenes de RM, TC y US. Teniendo en cuenta que determinadas regiones anatómicas como la cavidad celómica o la cabeza representan algunas de las áreas más complicadas de estudio para los estudiantes y actualmente están subrepresentadas en los recursos disponibles, este trabajo brinda una oportunidad para probar nuevos enfoques educativos, y ponerlos en un futuro próximo a disposición de los estudiantes en una plataforma interactiva.

## 2. MATERIAL Y MÉTODOS

### *Diseño del Estudio*

La población de estudio (N=32) estaba compuesta por estudiantes de Anatomía II de la Facultad de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (Islas Canarias, España), que estaban cursando el segundo año de estudio. Los criterios de inclusión eran ser estudiantes matriculados en ese año académico, los cuales no hubieran estado relacionados anteriormente con la materia y que estuvieran dispuestos a participar en el estudio. Estos estudiantes fueron divididos en dos grupos, el primero se formaría empleando únicamente los métodos tradicionales de aprendizaje (disecciones, cortes transversales y libros de texto). Mientras que el segundo grupo contaría además de lo anterior, de imágenes de las mismas regiones mediante las técnicas de imagen anteriormente mencionadas. Una vez realizada la actividad formativa, los dos grupos realizaron un examen de 6 preguntas cortas relacionadas con la materia impartida, donde tendrían que identificar las estructuras señaladas y sus relaciones con los órganos adyacentes. Antes de responder al examen, se proporcionó a los estudiantes una declaración de consentimiento informado que explicaba el propósito del ejercicio, el tiempo estimado de finalización y las garantías de confidencialidad.

### *Estudio anatómico*

Para realizar este estudio se llevaron a cabo disecciones y cortes anatómicos para facilitar la identificación de las estructuras observadas en las imágenes de TC y RM (Figuras 1 y 4). Así, una vez realizados los procedimientos mediante técnicas de imagen, varios de estos especímenes se prepararon para diseccionar aquellas estructuras que considerábamos más relevantes, mientras que otros especímenes se colocaron en un soporte de aislamiento de plástico en decúbito ventral y se almacenaron en un congelador a -80°C hasta que estuvieron completamente congelados. Posteriormente, los cadáveres congelados se seccionaron utilizando una sierra eléctrica para obtener secciones anatómicas transversales secuenciales de las regiones seleccionadas. Estas secciones eran más gruesas que las de la TC y la RM para preservar la integridad y la posición de las estructuras anatómicas en las secciones. Estas secciones se limpiaron con agua, se enumeraron y se fotografiaron en las superficies craneal y caudal. Posteriormente, seleccionamos aquellas secciones anatómicas que mejor coincidían con las imágenes de TC y RM para identificar las estructuras relevantes. Para ayudarnos en este asunto, también utilizamos textos anatómicos y referencias relevantes descritas en nuestro proyecto docente.

### *Técnica de US*

El examen de ultrasonido se realizó con un equipo de ultrasonido GE LOGIQ e Vet (USA) utilizando transductores microconvexos 8C y lineales 12L. Esta técnica permitió evaluar diferentes órganos dentro de la cavidad abdominal, y confirmar que dichos órganos tenían un aspecto normal.

### *Técnica de TC*

Las imágenes de TC se obtuvieron en el Hospital Veterinario de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria utilizando un escáner de TC helicoidal de 16 cortes (Toshiba Astelion, Canon Medical System, Tokio, Japón). Los animales se colocaron de manera simétrica en decúbito ventral en la camilla de TC. Se utilizó un protocolo clínico estándar (100 kVp, 80 mA, matriz de adquisición de 512 x 512, campo de

visión de 1809 x 858, un factor de paso espiral de 0.94 y rotación de 1.5 s) para obtener imágenes transversas secuenciales de TC (1 mm de espesor) (Figuras 2 y 3). Los datos originales se registraron y transfirieron a la estación de trabajo de TC. Estas imágenes no detectaron variaciones de densidad ni variaciones anatómicas en la cabeza y cuerpo de los animales utilizados en esta investigación. En este estudio, aplicamos dos ventanas de TC ajustando los anchos de ventana (WW) y los niveles de ventana (WL) para apreciar la apariencia de las estructuras de TC: una configuración de ventana ósea (WW=1500; WL=300) y una configuración de ventana de tejido blando (WW=350; WL=40). Por otro lado, también se obtuvieron imágenes reconstruidas multiplanares dorsales y sagitales (MPR) para visualizar mejor otras estructuras anatómicas de los animales seleccionados utilizando un formato dicom 3D estándar (OsiriX MD, Ginebra, Suiza).

#### *Técnica de resonancia magnética (RM)*

Las imágenes de resonancia magnética se obtuvieron con un equipo Canon Vantage Elan de 1.5 T, utilizando secuencias T1W en un plano transversal (TR: 634 ms, TE: 10, FOV: 1809x829, grosor 2 mm, matriz 192x160), secuencias T2W en un plano transversal (TR: 4769 ms, TE: 120, FOV: 1809x829, grosor 2 mm, matriz 192x224), secuencias T2W en un plano dorsal (TR: 5271 ms, TE: 120, FOV: 1809x829, grosor 2.5 mm, matriz 240x192), y secuencias T2W en un plano sagital (TR: 4450 ms, TE: 120, FOV: 1809x829, grosor 2.9 mm, matriz 224x224). Las imágenes de RM se obtuvieron con un grosor de corte de 2.7-3.5 mm.

### **3. RESULTADOS Y DISCUSION**

Mediante el empleo de técnicas de imagen y las disecciones utilizadas se presentaron diversas figuras que revelaron las estructuras anatómicas que utilizamos para la consecución de nuestro objetivo y que sirven como ejemplo del método utilizado (Figuras 1-4). La Figura 1 comprende una recopilación de varias disecciones que muestran las principales estructuras dentro de la cavidad celómica y que forman parte del método tradicional de enseñanza de la anatomía en el Grado en Veterinaria. Las Figuras 2-3 consisten en cuatro imágenes para cada caso: A) una sección anatómica, B) una ventana de TC para los pulmones, C) una ventana de TC para tejido blando y D) una ventana de TC para hueso. Estas imágenes se presentan en una progresión rostrocaudal, comenzando desde los pulmones (Figura 2) hasta los niveles del hígado (Figura 3). Finalmente, la Figura 4 está compuesta por tres imágenes: A) una disección anatómica, B y C) imágenes de reconstrucción volumétrica MPR dorsal en ventana de TC para los pulmones en diferentes niveles.

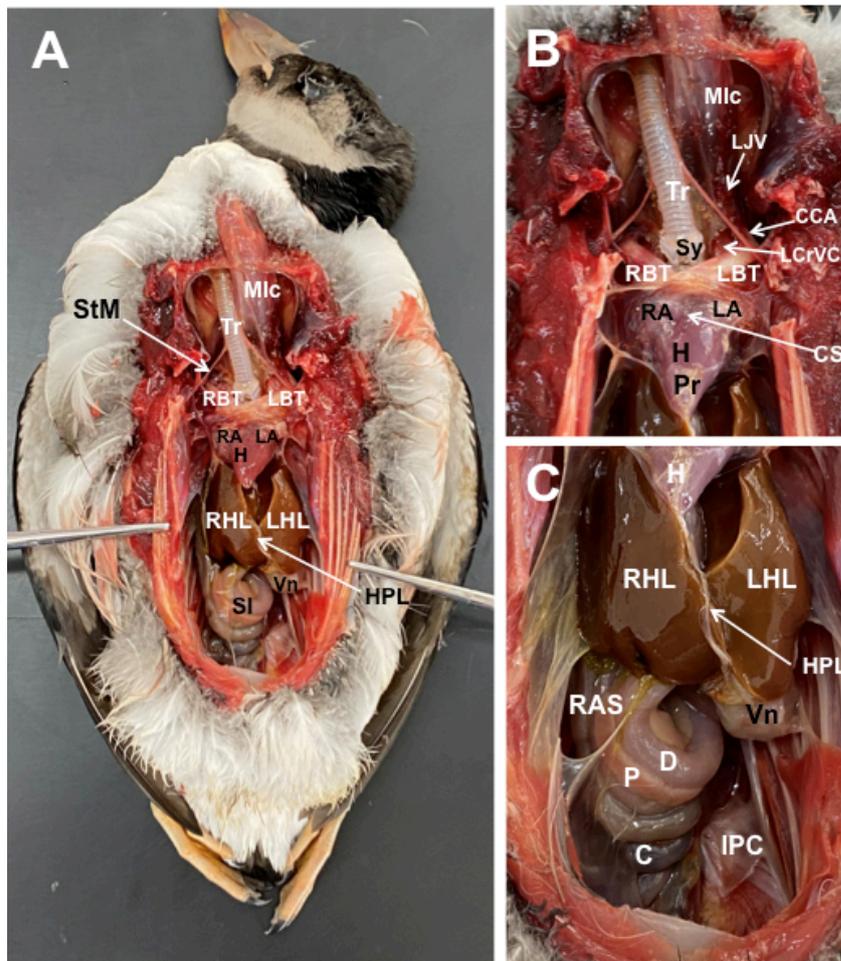


Figura 1. Imagen de disección de la cavidad celomica de *Fratercula arctica* (A), imágenes de las estructuras cardiovasculares (B), y digestivas (C).

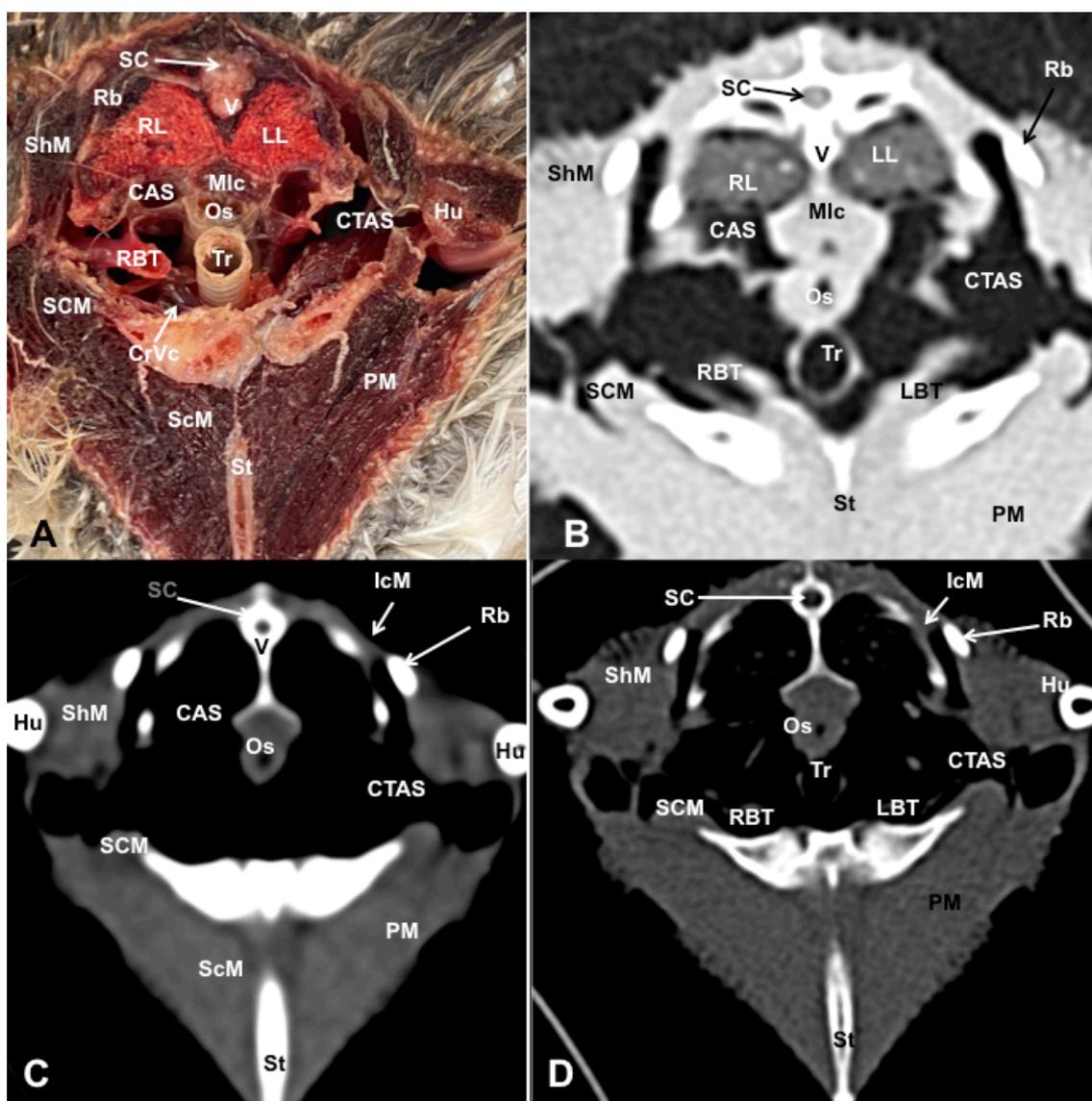


Figura 2. Corte anatómico transversal (A), imagen de TC en ventana pulmonar (B), imagen de TC en ventana de tejido blando (C), y hueso (D) correspondiente a Fratercula arctica a nivel de los pulmones.

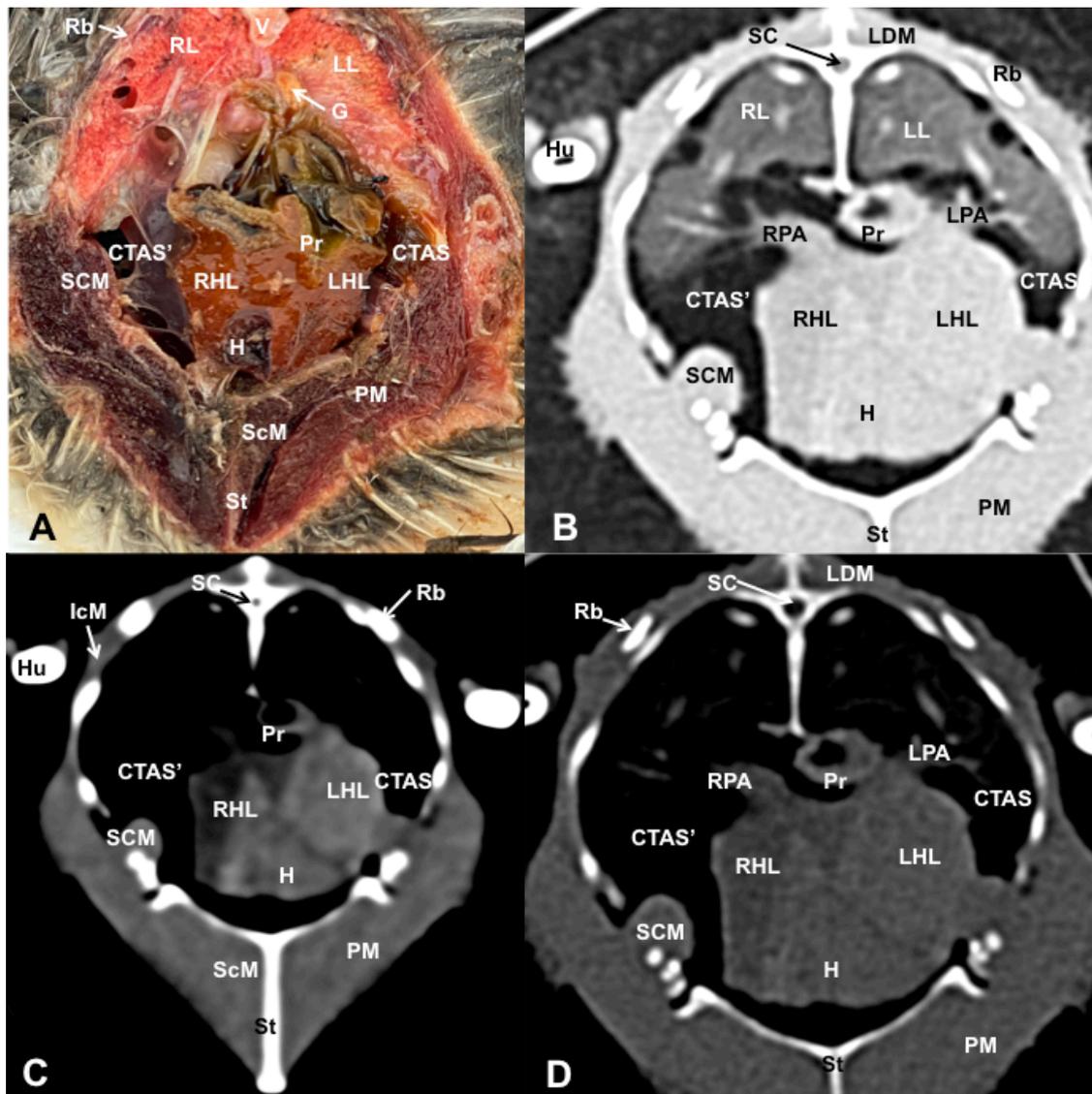


Figura 3. Corte anatómico transversal (A), imagen de TC en ventana pulmonar (B), imagen de TC en ventana de tejido blando (C), y hueso (D) correspondiente a Fractura arctica a nivel del hígado.

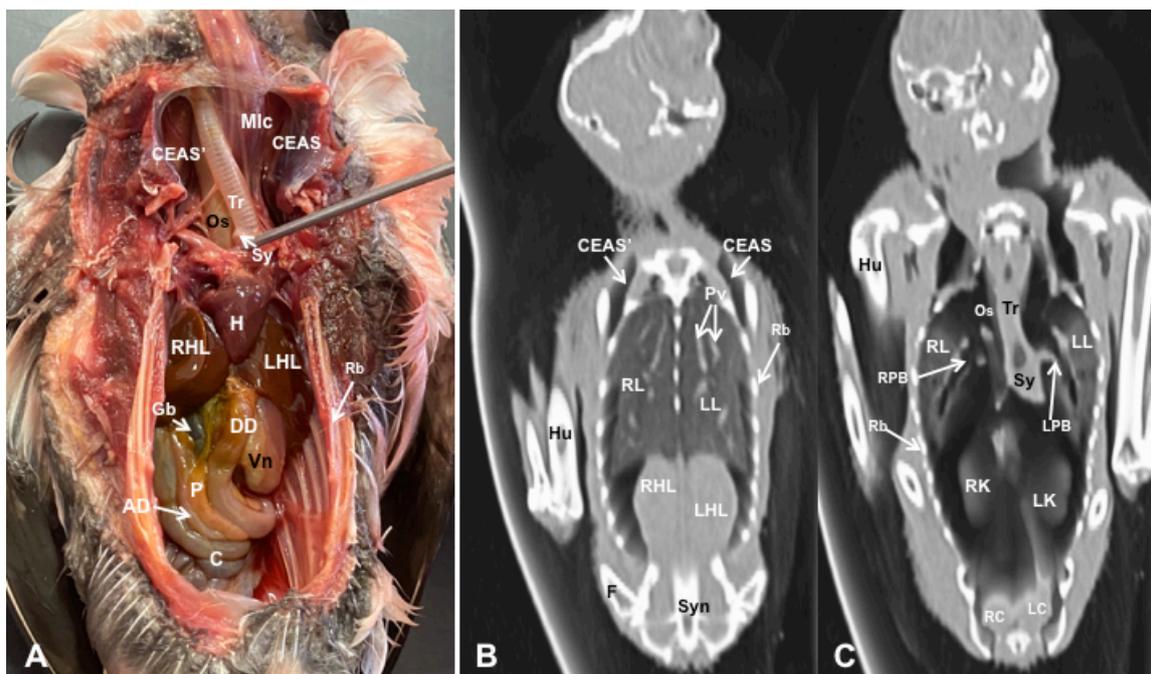


Figura 4. Imagen de disección de la cavidad celómica (A), imágenes por TC de volumen rendering TC en ventana pulmonar a nivel de los pulmones (B), y riñones (C).

En términos generales, los dos grupos mostraron un elevado nivel de aprendizaje y comprensión de la topografía y organización espacial de la región objeto de estudio. Esto se basó fundamentalmente en el porcentaje de respuestas correctas obtenidas por los alumnos de los dos grupos en el examen, donde 27 de los 32 alumnos obtuvieron resultados positivos. Sin embargo, cuando se evaluó el número de estudiantes aprobados en cada grupo, se observó una clara diferencia entre ambos grupos. De esta manera, en el grupo donde solo tuvieron acceso a los métodos tradicionales, 12 de los 16 alumnos superó dicha prueba (75% de los integrantes del grupo). Mientras que en el segundo grupo, donde además de los métodos tradicionales, se incluyeron las técnicas de imagen, el número de estudiantes aprobados llegó a 15 de 16 alumnos, lo que representa un 94%. Estos resultados parecen indicar que su inclusión como método para la enseñanza de anatomía puede ser muy beneficioso. Así, en los últimos años, la aplicación de estos procedimientos ha sido muy empleada para la enseñanza de asignaturas clínicas del grado de medicina o veterinaria [5,6,10,12,13]. A pesar de estos intentos, pocos han sido completamente aprovechados con fines educativos ya que en su mayoría carecían del nivel de detalle requerido para los estudiantes de veterinaria. El esfuerzo más notable fue el del Proyecto Animal Visible (VAP) [14], donde se creó una base de datos en 3D de alta resolución del tronco del perro con la intención de ser utilizada como base para futuras reconstrucciones interactivas. Si bien la calidad de este modelo ciertamente superó a la de los modelos anteriores, carecía de detalles de la anatomía craneal, en particular la vascularización, una región que es notoriamente difícil de comprender para los estudiantes.

En nuestro estudio, hemos presentado claramente una metodología de flujo de trabajo bien definida que podría ser exitosa en la creación de un recurso educativo y de entrenamiento completamente interactivo sobre diferentes regiones anatómicas. A través del uso de programas de software comúnmente disponibles, el flujo de trabajo presentado aquí, que combina la renderización en 3D, y los cortes en diferentes planos del espacio, ha resultado en un modelo anatómico de la cavidad celómica de las aves. Esto se ha logrado mediante el uso de datos reales de tomografía computarizada de un frailecillo Atlántico. Por lo tanto, hemos demostrado a través de nuestro flujo de trabajo cómo se puede crear un programa de formación innovador y con suerte, mejorar la comprensión de nuestros estudiantes de veterinaria en un campo de anatomía complejo, a través de un formato sencillo y atractivo.

Por último, creemos que este trabajo plantea el reto de cambiar el enfoque convencional para el estudio de la anatomía animal, que implica disecciones para visualizar órganos y estructuras internas, lo cual podría

experimentar una profunda transformación con la irrupción de estas técnicas de imagen que son las modalidades más avanzadas para identificar la anatomía normal y las anomalías en los órganos internos de animales vivos [9]. Estas modalidades son técnicas esenciales que permiten una mejor caracterización morfológica de las distintas cavidades al proporcionar vistas de secciones corporales desde múltiples planos tomográficos sin reposicionar al animal, lo que resulta en imágenes con una resolución anatómica excepcional sin superposición de tejidos, alto contraste entre diferentes estructuras y una excelente diferenciación de tejidos que facilita la visualización de las relaciones espaciales entre los órganos [15].

#### 4. CONCLUSIONES

En esta contribución se aplicaron diversas técnicas de diagnóstico por imagen con el fin de observar el grado de aprendizaje cuando se comparaban con métodos de enseñanza tradicionales. En base a nuestros resultados, creemos que dichas técnicas fomentan la satisfacción del estudiante y el compromiso con su proceso de aprendizaje, creando un ambiente educativo cómodo, y en consonancia con lo que podrán ver en su rutina profesional. Además, una investigación centrada en el impacto de esta aplicación en estudiantes con bajas habilidades espaciales sería de gran valor para respaldar su lugar en el plan de estudios. Sin embargo, es importante destacar la necesidad de seguir profundizando en este estudio, utilizando un mayor número de estudiantes para obtener resultados más concluyentes.

#### 5. REFERENCIAS

- [1] Sugand K, Abrahams P, Khurana A. The Anatomy of Anatomy: A Review for its Modernisation. *Anatomical Sciences Education* 3(2): 83–93 (2010).
- [2] Elizondo-Omaña R.E., Guzmán-López S. and De Los Angeles García-Rodríguez M. Dissection as a teaching tool: past, present, and future. *The Anatomical Record Part B: The New Anatomist* 285(1): 11–15 (2005).
- [3] Turney B.W. Anatomy in a modern medical curriculum. *Ann R Coll Surg Engl* 89: 104–107 (2007).
- [4] Patel KM, Moxham BJ. The relationships between learning outcomes and methods of teaching anatomy as perceived by professional anatomists. *Clinical Anatomy* 21: 182–189 (2008).
- [5] 3D4Medical. <http://www.3d4medical.com> [Accessed 11th July 2023]
- [6] Anatomy.TV <https://www.anatomy.tv> [Accessed 12th July 2023]
- [7] BodyViz <http://www.bodyviz.com> [Accessed 11th June 2022]
- [8] Robertson D, Johnston W, Nip W. The Whole Frog Project. The Second International WWW Conference 1994. Available: <http://froggy.lbl.gov/papers/WWW.94/paper.html> [Accessed 11th July 2022]
- [9] Toga AW, Santori EM, Hazani R, Ambach K. A 3D digital map of the rat brain. *Brain Research Bulletin* 38(1): 77–85 (1995).
- [10] Martinelli MJ, Kuriashkin IV, Carragher BO, Clarkson RB, Baker GJ. Magnetic Resonance Imaging of the Equine Metacarpophalangeal Joint: Three Dimensional Reconstruction and Anatomic Analysis. *Veterinary Radiology and Ultrasound* 38(3): 193–199 (1997).
- [11] Czeibert K, Baksa G, Grimm A, Nagy SA, Kubinyi E, Petneházy Ö. MRI, CT and high resolution macro-anatomical images with cryosectioning of a Beagle brain: Creating the base of a multimodal imaging atlas. *PLoS One* 14(3):e0213458 (2019).
- [12] Blázquez-Llorca L, Morales de Paz L, Martín-Orti R, Santos-Álvarez I, Fernández-Valle ME, Castejón D, García-Real MI, Salgüero-Fernández R, Pérez-Lloret P, Moreno N, Jiménez S, Herrero-

Fernández MJ, González-Soriano J. The Application of 3D Anatomy for Teaching Veterinary Clinical Neurology. *Animals (Basel)* 13(10):1601 (2023).

[13] Ziegler A, Faber A, Mueller S, Bartolomaeus T. Systematic comparison and reconstruction of sea urchin (Echinoidea) internal anatomy: a novel approach using magnetic resonance imaging. *BMC Biol* 6, 1–15 (2008).

[14] Bottcher P, Maierl J, Schiemann T, Glaser C, Weller R, Hoehne KH, et al. The Visible Animal Project: A Three Dimensional, Digital Database for High Quality Three Dimensional Reconstruction. *Vet Radiol Ultrasound* 40(6): 611–616 (1999).

[15] Arencibia, A.; Corbera JA.; Ramírez, G.; Díaz-Bertrana, ML.; Pitti, L.; Morales, M.; Jaber, JR. Anatomical Assessment of the Thorax in the Neonatal Foal Using Computed Tomography Angiography, Sectional Anatomy, and Gross Dissections. *Animals* 2020, 10(6):1045.



# Making Decision Easier, Safer, and Better: Exploring Physical Therapy students' satisfaction regarding simulated clinical environments at Universidad Europea de Canarias

S.E. Martín Pérez<sup>\*a,b</sup>, I.M. Martín Pérez<sup>\*b,c</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Ciencias de la Salud, Universidad Europea de Canarias, 1 Inocencio García, La Orotava, Santa Cruz de Tenerife, España 38300; <sup>b</sup> Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado, Universidad de La Laguna, s/n, Av/Astrofísico Francisco Sánchez, San Cristóbal de La Laguna, Santa Cruz de Tenerife, España, 38203; <sup>c</sup> Departamento de Medicina Física y Farmacología, Universidad de La Laguna, s/n Aparcamiento, Facultad de Ciencias de la Salud, Campus de Ofra, Santa Cruz de Tenerife, España, 38071.

## ABSTRACT

**Introduction:** Simulated environments provide physiotherapists student's interpersonal communication, interdisciplinary knowledge of the professionals and the clinical reasoning skills that could increase the learning and the satisfaction of potential applicants. **Aim:** To assess the satisfaction of physiotherapy graduates specializing in orthopaedic manual therapy with their learning experience in complex simulated scenarios. **Methodology:** A mixed-method cross-sectional study was conducted based on an online public survey following the statement STROBE from January 2023 to June 2023. A total of 5 simulation sessions carried out at European University of the Canary Islands began with a briefing by the students, followed by the simulation itself to end with a debriefing. At the end of the debriefing, an electronic questionnaire titled "*Simulation Activities Evaluation Questionnaire*" was administered designed from quantitative and qualitative questions to explore on student's learning and experience. For data recording, a Microsoft Excel sheet was used, including demographic characteristics such as genre, age, labor experience, etc. For statistical and thematic analysis, two independent researchers used the Jamovi 2.3.12 and ATLAS.ti software for numerical and qualitative variables respectively. **Results:** Overall satisfaction with complex simulation environments was moderate (Mean=8.74/10, SD=1.182). After the intervention, the students moderately agreed (Mean=8.39, SD=1.022) in having acquired the competencies on the relationship with patients. Moreover, the participants agreed that simulation activities have given them confidence to face real clinical practice (Mean= 8.10, SD=1.446). **Conclusion:** For physical therapy students specializing in OMT, simulation environments are a teaching method that promotes clinical skills such as decision-making, clinical reasoning, ethical commitment, communication skills, and empathy.

**Keywords:** Simulation, clinical, environments, innovation, education physical therapy, postgraduate.

## 1. INTRODUCTION

In recent years, as the quality of medical care has declined, the humanization of healthcare staff has become even more necessary, requiring future professionals to adopt biopsychosocial training in their clinical practice. However, teaching these soft skills is difficult to implement in real-life situations because the variability of clinical settings makes learning impossible. Clinical simulation environments are becoming increasingly important in university education as they provide a practical, safe and effective way to acquire soft skills as well as actual patient safety and well-being [1,2]. In addition, it provides the opportunity to combine theory with practice, allowing students to apply the acquired knowledge to real-life clinical settings [3].

An example of a clinical simulation environment is the use of high-fidelity mannequins to mimic the characteristics and physiological responses of real patients [4]. Students can practice medical procedures such as medical records, subjective assessments, objective assessments, and treatment recommendations on these mannequins and receive immediate feedback on their performance [5]. This enables students to improve their clinical skills and increase their confidence in treating real patients.

Particularly for physical therapists, clinical simulation environments also enable students to work in teams and practice interpersonal communication, interdisciplinary knowledge of professionals, and clinical reasoning skills with each other

and with patients [6]. They may face complex and challenging scenarios and must coordinate to make fast and effective decisions [7]. Through teamwork, students learn to respect the opinions of others and consider the perspectives of different health professionals to ensure comprehensive patient care [8]. Furthermore, these immersive environments represent a revolution in university education as they can provide students with practical, safe, and effective learning experiences [9]. Based on the above points and given the growing popularity of clinical simulation in the training of physical therapy professionals, we believe it is important to examine student satisfaction with learning gained in clinical simulation environments for a number of reasons. First, it is important to measure the effectiveness of this teaching tool to increase student compliance rates and avoid premature loss to follow-up. In this sense, it is said that students' satisfaction with clinical simulations may influence their perceptions of the quality of the education they receive, because if students are dissatisfied with the quality of clinical simulations, they may develop negative perceptions of the quality of their education. Education in general. Therefore, we aimed to assess the satisfaction of physiotherapy graduates specializing in manual therapy with their learning experience in complex simulated scenarios.

## 2. MATERIALS AND METHODS

### 2.1. Study question

The PECO (*Population, Exposure, Comparison and Outcome*) [10] research question of this project was: For Physiotherapy students specializing in OMT, how satisfactory are complex simulation environments with their learning experience?

### 2.2. Study design

A mixed-method cross-sectional study was conducted based on an online survey directed to physiotherapist who were enrolled into a Master in Orthopedic Manual Therapy at the European University of the Canary Islands (La Orotava, Spain) following the statement STROBE [11] from January 23, 2023, to June 18, 2023. A total of 5 complex simulation scenarios were conducted for the first time at the Simulation Hospital of the European University of the Canary Islands. Each simulation session begins with a briefing to provide students with information about the clinical situation of the patient they will care for. During the simulation, a student assumed the role of a professional whose goals were to obtain a complete medical history, make referral recommendations, identify a disease by its signs and symptoms, or apply specific treatments appropriate to the patient's needs. Finally, a debriefing was conducted, designed to identify students' emotions and critically evaluate the decision-making process. All participants received information about the overall objectives of the study and signed an informed consent form at the beginning of the study. The data obtained were stored in an anonymous database by the same researchers.

### 2.3. Participants

#### *Inclusion and exclusion criteria*

Consecutive, non-probability sampling was conducted based on the following inclusion criteria: (1) students in the postgraduate program in Orthopedic Manual Therapy for Pain Management at the European University of the Canary Islands, enrolled in the academic year 2022-2023, (2) those who have never participated in a learning simulation (3) with no age or gender restrictions. Otherwise, participants (4) who did not complete the entire simulation training program were excluded.

### 2.4. Instrumentation

#### *Survey design*

First, a consent form and participant information sheet were distributed, which must be read and signed before answering the questionnaire. The questionnaire included questions on personal data such as gender, age, years of experience, education level, type of employment status, type of employment contract and place of work. The Simulation Activity

Evaluation Questionnaire was then conducted based on quantitative and multiple response (0 = disagree, 10 = strongly agree) and qualitative open-ended questions focusing on their satisfaction with the learning experience.

#### Registration of survey data

A standardized data collection form was used using the statistical software SPSS Statistic 28 (IBM®), which allows registration and storage of obtained responses. To avoid transcription errors, registration of the data was also supervised by two researchers, I.M.P. and S.S.F. The survey was based on quantitative and qualitative questions regarding satisfaction, motivation, level of recommendation, level of knowledge gained, and benefit of the activity to clinical practice. For data extraction, statistical analysis, and thematic analysis, two independent researchers used SPSS Statistic 28 (IBM®) and ATLAS.ti (Scientific Software Development GmbH®), respectively.

### 3. RESULTS

#### 3.1. Description of sample

A total of 23 out of 29 questionnaires (79.3%) were completed correctly, while  $n = 4$  (13.8%) were not answered completely and  $n = 2$  (6.9%) were excluded due to inclusion criteria of having previously participated in other clinical simulation scenarios. 43.5% ( $n = 10$ ) of men and 56.5% ( $n = 13$ ) of women participated in the survey, with nearly 91.3% ( $n = 21$ ) aged between 20 and 30 years and only  $n=2$  (8.7%) were 30-40 years old. All participants ( $n = 23$ , 100.0%) had a bachelor's degree in physical therapy. In terms of past work experience, 91.3% of the sample had 1 to 5 years of work experience, and only 2 respondents (8.7%) had more than 5 years of work experience. In terms of employment, the majority of participants ( $n = 19$ , 90.4%) were employed and only 4 (9.6%) were self-employed. In addition, 90.4% of people work full-time and 9.6% work part-time.

#### 3.2. Main findings

Overall participant satisfaction with the clinical simulation environment was moderate, with a rating of 8.74 out of 10 (SD=1.182). Most students moderately agreed that prior theoretical knowledge was useful in developing simulated clinical practice (mean = 8.00, SD = 1.01). Furthermore, they generally agreed that through simulation they had acquired the skills outlined in the learning objectives (mean = 8.45, SD = 1.121). Additionally, students moderately agreed (mean = 8.39, SD = 1.022) that they improved patient relationship skills (e.g., decision-making, clinical reasoning, ethical commitment, communication skills, empathy, etc.) following the simulation scenario. In this sense, participants agreed that simulation activities gave them the confidence to face real clinical situations (mean = 8.10, SD = 1.446). Furthermore, they highlighted the role of this clinical simulation approach in making them confident in their professional performance (mean = 8.84, SD = 0.820). See **Table 1**. "*Simulation Activities Evaluation Questionnaire*" Regarding the results of the qualitative analysis, the responses have been summarized in **Table 2**. Open-ended responses and have been graphical represented in **Figure 1**. Atlas.ti Networks.

**Table 1.** "*Simulation Activities Evaluation Questionnaire*"

Quantitative – Multiple choice answer		
Questions	Mean	SD
“My previous theoretical knowledge has served for the development of clinical practice in simulation”	8.00	1.01
“I consider that through the complex clinical scenarios I have acquired the competencies that were marked in the objective of the activity”	8.45	1.121

“I consider that I have been able to develop specific competencies regarding the relationship with patients (decision making, clinical reasoning, ethical commitment, communication skills, empathy, etc.)”	8.39	1.022
“I consider that the simulation activities have given me security and confidence to face real clinical practice”	8.10	1.446
“I consider the simulation methodology as a safe learning environment”	8.84	0.820
“Overall satisfaction with the experience of simulation activities”	8.74	1.182

**Table 1.** "Simulation Activities Evaluation Questionnaire". Descriptive summary of the mean and standard deviation (SD) obtained in each of the questions of the questionnaire.

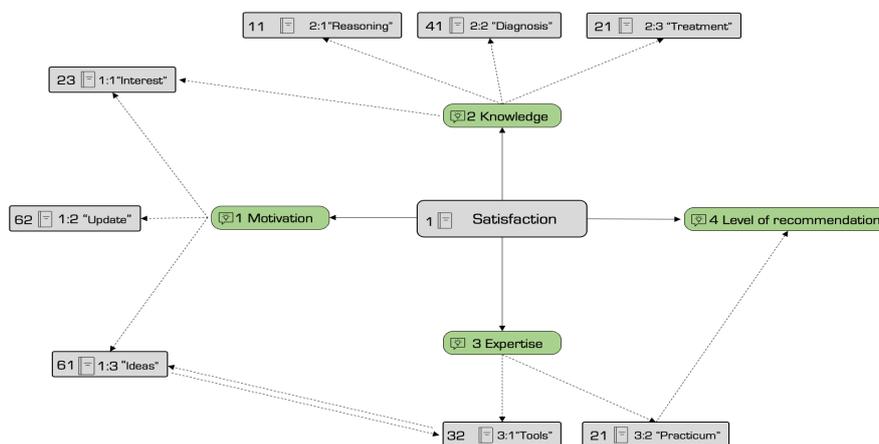
**Table 2.** Open-ended responses.

**Qualitative – Open-ended answer**

- Participant 7: [...] "Practical and able to test real consulting situations for improvement" [...]
- Participant 9: [...] "I find this type of clinical simulation very useful and transfers well to everyday practice" [...]
- Participant 13: [...] "I think it enriches learning tremendously" [...]
- Participant 15: [...] "Simulation seemed new to me as I hadn't done this type of activity in my grade. It lets you see yourself in a real situation which is important to see if your knowledge is correct" [...]
- Participant 16: [...] "Experiences more practically oriented towards clinical practice are appreciated" [...]
- Participant 20: [...] "Do more of this to improve our practice, reasoning and gain more confidence" [...]
- Participant 21: [...] "I find this activity very useful in helping us prepare for situations that may occur in the workplace every day and best address them" [...]
- Participant 22: [...] "Analyze more details and more appropriate solutions for each case" [...]
- Participant 23: [...] "Extremely interesting session that helped improve care for our patients" [...]

**Table 2.** Open-ended responses. Summary of the main responses to the questions of the open-ended "Simulation Activities Evaluation Questionnaire" of the study participants.

**Figure 1.** Atlas.ti Networks



**Figure 1.** Atlas.ti Networks shows satisfaction as main analysis filed where students indicated to improve motivation, knowledge, expertise and level of recommendation. The vast majority mentioned to be an important experience to get better the diagnosis abilities followed by gathering tools and improving their treatment capability.

## 4. DISCUSSION

Integrating clinical simulation environments with health science students is a topic of growing interest in academia and healthcare settings. Based on our findings, satisfaction with integrating these new methods into physical therapy training is high. However, there are different views on the advantages and disadvantages of implementing it in the classroom. Some critics argue that clinical simulations can be expensive and do not accurately represent clinical reality [12,13]. It seems that some students feel that participating in simulations is different from interacting with real patients and therefore may not be as invested in the learning process. It also does not adapt to the different learning rates of students at the same academic level, which makes the tool difficult to implement in the context of student academic assessment. Our results support the idea that the prior knowledge students possess before facing complex simulations is key to advantageous learning and maximizing learning using this approach, making it particularly suitable for more advanced students.

Despite these potential shortcomings, most studies indicate that clinical simulation environment is a valuable tool for physical therapy teaching. However, little or nothing has been said about its application to postgraduate students in physical therapy, whose prior knowledge is expected to make simulation a more advantageous method for acquiring clinical skills to be performed in the real world. One of the main benefits of clinical simulation is that it allows them to acquire practical skills in a safe and controlled environment, without putting patients' health at risk: "*I find this type of clinical simulation very useful and transfers well to everyday practice*" [Participant 9]. In the same line, Toqan *et al.* (2023) supported that clinical simulation can improve students' confidence and security, which can translate into better patient care in the future [14]. Our results show how students support the use of clinical simulation as part of their training, since it allows them to act with more security and make better decisions in the professional field.

In this sense, a study by Smith *et al.* (2019) found that participants in clinical simulation sessions had better results on practical skills assessments than those who did not participate in such sessions [15]. Moreover, we consider that simulation is a valuable tool to integrate Biopsychosocial model of healthcare into Physiotherapy Education since it allows to identify emotions, thoughts, beliefs, and behaviors that occur in the healthcare field: "*Analyze more details and more appropriate solutions for each case*" [Participant 22].

Additionally, Sandoval-Cuellar *et al.* (2021) in an experimental study, found positive results in favor of enhancing clinical reasoning in the students who participated in the study [6]. Clinical simulation can be used to teach any interprofessional skills, meaning that students from different healthcare professions can work together to improve patient care. For example, a study by Lapkin *et al.* (2013) found that clinical simulation was effective in improving collaboration and communication between physical therapy and medical students [16]. In summary, the integration of clinical simulation environments in the teaching of Physiotherapy can have both pros and cons. However, most studies suggest that clinical simulation is a valuable tool that can improve student education and future patient care.

## 5. CONCLUSION

For physical therapy students specializing in OMT, simulation environments are a teaching method that promotes clinical skills such as decision-making, clinical reasoning, ethical commitment, communication skills, and empathy.

## 6. REFERENCES

- [1] Lamé, G., & Dixon-Woods, M. "Using clinical simulation to study how to improve quality and safety in healthcare". *BMJ simul. technol. enhanc. learn.* 6(2), 87–94 (2020).
- [2] Aggarwal, R., Mytton, O. T., Derbrew, M., Hananel, D., Heydenburg, M., Issenberg, B., MacAulay, C., Mancini, M. E., Morimoto, T., Soper, N., Ziv, A., & Reznick, R. "Training and simulation for patient safety". *BMJ Qual. Saf.*, 19 Suppl 2, i34–i43 (2010).
- [3] Van Soeren, M., Devlin-Cop, S., Macmillan, K., Baker, L., Egan-Lee, E., & Reeves, S. "Simulated interprofessional education: an analysis of teaching and learning processes". *JIC.* 25(6), 434–440 (2011).
- [4] Kim, J., Park, J. H., & Shin, S. "Effectiveness of simulation-based nursing education depending on fidelity: a meta-analysis". *BMC Med. Educ.* 16, 152 (2016).
- [5] Grant, D. J., & Marriage, S. C. Training using medical simulation. *Arch. Dis. Child.*, 97(3), 255–259 (2012).
- [6] Sandoval-Cuellar, C., Alfonso-Mora, M. L., Castellanos-Garrido, A. L., Del Pilar Villarraga-Nieto, A., Goyeneche-Ortegon, R. L., Acosta-Otalora, M. L., Del Pilar Castellanos-Vega, R., & Cobo-Mejía, E. A.

- “Simulation in physiotherapy students for clinical decisions during interaction with people with low back pain: a controlled trial”. *BMC Med. Educ.* 21(1), 375 (2021).
- [7] Roberts, F., & Cooper, K. “Effectiveness of high-fidelity simulation versus low fidelity simulation on practical/clinical skill development in pre-registration physiotherapy students: a systematic review”. *JBI Database Syst. Rev Implement.* 17(6), 1229–1255 (2019).
- [8] Hough, J., Levan, D., Steele, M., Kelly, K., & Dalton, M. “Simulation-based education improves student self-efficacy in physiotherapy assessment and management of paediatric patients”. *BMC Med. Educ.* 19(1), 463 (2019).
- [9] Baxter, S., Johnson, M., Chambers, D., Sutton, A., Goyder, E., & Booth, A. “Understanding new models of integrated care in developed countries: a systematic review”. *NIHR Journals Library.* (2018).
- [10] Morgan, R. L., Whaley, P., Thayer, K. A., & Schünemann, H. J. “Identifying the PECO: A framework for formulating good questions to explore the association of environmental and other exposures with health outcomes”. *Environ. Int.* 121(Pt 1), 1027–1031 (2018).
- [11] von Elm, E., Altman, D. G., Egger, M., Pocock, S. J., Gøtzsche, P. C., Vandenbroucke, J. P., & STROBE Initiative. “Strengthening the Reporting of Observational Studies in Epidemiology (STROBE) statement: guidelines for reporting observational studies”. *BMJ.* 335(7624), 806–808 (2007).
- [12] Lateef F. “Simulation-based learning: Just like the real thing”. *J. Emerg. Trauma Shock.* 3(4), 348–352 (2010).
- [13] Al-Elq A. H. “Simulation-based medical teaching and learning”. *J Family Community Med.* 17(1), 35–40 (2010).
- [14] Toqan, D., Ayed, A., Khalaf, I. A., & Alsadi, M. “Effect of High-Fidelity Simulation on Self-Satisfaction and Self-Confidence Among Nursing Students”. *SAGE Open Nurs.* 9, 23779608231194403 (2023).
- [15] Smith, T. S., Hogewood, C., Etheridge, S., Britt, S., & Vance, D. E. “Anxiety of Active and Passive Role Groups in Clinical Simulation: A Pilot Study”. *Nurs. Educ. Perspect.* 40(1), 46–47 (2019).
- [16] Lapkin, S., Fernandez, R., Levett-Jones, T., & Bellchambers, H. “The effectiveness of using human patient simulation manikins in the teaching of clinical reasoning skills to undergraduate nursing students: a systematic review”. *JBI Libr. Syst. Rev.*, 8(16), 661–694 (2010).

# Técnicas de imagen y gamificación en tres áreas de conocimiento vinculadas al Grado en Veterinaria

Magnolia Conde-Felipe\*, Ana Sofía Ramírez, José Manuel Molina Caballero, Antonio Ruiz Reyes, Conrado Carrascosa, Esther Sanjuán, María Luisa Díaz-Bertrana, Lidia Pitti, José Raduán Jaber Mohamad

Grupo de Innovación Educativa VETFUN, Facultad de Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Arucas, España

## RESUMEN

La formación de los futuros veterinarios no es ajena a las nuevas tecnologías. El desarrollo de técnicas biomédicas novedosas de imagen ha propiciado el conocimiento, en mayor profundidad, de gran diversidad de estructuras anatómicas. La interpretación bidimensional y tridimensional de las estructuras anatómicas es fundamental en Anatomía Veterinaria, asignatura compleja que puede llegar a ser un reto para los estudiantes que la cursan. Por ello, con el objetivo de promover la motivación e involucrar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje se va a implementar la docencia práctica de la citada asignatura mediante dos técnicas de imagen (Tomografía Computerizada (TC) y Resonancia Magnética (RM)), recursos complementarios a los utilizados en la docencia tradicional. Además, se implementarán varias prácticas de las asignaturas de Epidemiología y de Enfermedades Parasitarias con una herramienta de gamificación con el objetivo de promover el proceso de aprendizaje de los estudiantes. De esta manera, se valorará el empleo de dos herramientas (técnicas de imagen y gamificación) en la docencia práctica de asignaturas vinculadas a tres áreas de conocimiento diferentes que se imparten en el Grado en Veterinaria.

**Palabras clave:** Técnicas de imagen, Gamificación, Anatomía Veterinaria, Epidemiología, Enfermedades Parasitarias

## 1. INTRODUCCIÓN

En el ámbito de la educación superior, las nuevas tecnologías se han ido instaurando paulatinamente, jugando las Tecnologías de la Información y de la Comunicación (TIC) un papel relevante <sup>1</sup>. La digitalización de la información, promovida por estas nuevas tecnologías, ha cambiado el soporte del saber y del conocimiento, las formas de comunicación y hasta el modo de pensar <sup>2</sup>. En las universidades españolas, el uso de las TIC ha transformado de forma considerable la dinámica institucional, en diferentes ámbitos como la gestión, la investigación y la docencia <sup>3-4</sup>. Docencia universitaria que bajo las directrices del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), promotor de una Europa del conocimiento, ha experimentado un cambio sustancialmente en el binomio enseñanza-aprendizaje. El modelo de transmisión unidireccional del conocimiento ha sido sustituido por un modelo de aprendizaje que promueve la formación activa del estudiante, lo que conlleva a un aprendizaje significativo y de mayor calidad <sup>5-6</sup>.

La formación de los futuros veterinarios no es ajena a estos cambios metodológicos que se están implantando en las universidades españolas <sup>3-4</sup>. Es evidente que el método tradicional de enseñanza en Veterinaria se está transformando en un modelo educativo más flexible, donde los estudiantes pueden desarrollar estrategias de aprendizaje adaptadas a sus necesidades <sup>7</sup>. Por este motivo, en los planes de estudio de las Facultades de Veterinaria de la Unión Europea se está asignando más tiempo al autoaprendizaje y al desarrollo de prácticas tanto intramuros como extramuros, en el contexto del

\*magnolia.conde@ulpgc.es; teléfono +34 928 451143; fax: +34 928 451142

EEES como parte integrante de la Declaración de Bolonia <sup>8-9</sup>. En el grado en Veterinaria, este cambio del paradigma educativo se puede asociar a metodologías novedosas sustentadas en las nuevas tecnologías. Con el objetivo de ajustarse a las necesidades individuales de aprendizaje, múltiples son los recursos que se pueden utilizar en el proceso educativo. En el aprendizaje electrónico (del inglés, *e-learning*), las actividades formativas se llevan a cabo a través de dispositivos electrónicos y de tecnologías vinculadas, la mayoría de los casos, a entornos web <sup>9-10</sup>. Diversas son las herramientas de aprendizaje electrónico disponibles hoy en día. Muchas de ellas son empleadas con el objetivo de reducir el uso de animales de experimentación en la formación de estudiantes matriculados en grados vinculados con Ciencias de la Salud y con Biología <sup>10</sup>.

En el grado en Veterinaria, la Anatomía Veterinaria es una asignatura que introduce a los estudiantes en el conocimiento de las diferentes estructuras anatómicas que conforman al animal. Los contenidos docentes de esta asignatura se transmiten en sesiones de teoría y en sesiones prácticas, sirviendo de base para la formación en materias relacionadas con la clínica, sanidad, producción animal e inspección de los alimentos, teniendo en cuenta que el conocimiento anatómico es esencial para desarrollar diferentes aspectos vinculados a la práctica profesional. En las sesiones prácticas, las herramientas tradicionales más valiosas para el conocimiento anatómico son los especímenes vivos, las disecciones de cadáveres y los libros de texto <sup>11-12</sup>. Sin embargo, en los últimos años se está promoviendo cambios metodológicos en la docencia veterinaria que garanticen una disminución en el empleo de animales en la formación de los futuros veterinarios, promoviendo la implementación de la docencia de esta asignatura con métodos alternativos <sup>11, 13-14</sup>.

El desarrollo de técnicas biomédicas novedosas de imagen ha propiciado el conocimiento, en mayor profundidad, de gran diversidad de estructuras anatómicas además de procesos fisiológicos y fisiopatológicos, contribuyendo sustancialmente en el diagnóstico de diferentes enfermedades y en la implementación de protocolos terapéuticos radioguiados, tanto en medicina humana como en veterinaria <sup>15-17</sup>. La interpretación bidimensional y tridimensional de las estructuras anatómicas es fundamental tanto en medicina humana como en veterinaria, aumentado su relevancia con los avances que se están desarrollando en la actualidad en las técnicas biomédicas de imagen <sup>18-19</sup>. Técnicas de imagen, como la tomografía computerizada (TC) que además de mejorar de forma significativa el diagnóstico por imagen, tanto en medicina humana como en veterinaria, se está utilizando como herramientas complementarias en la docencia de la anatomía humana y veterinaria <sup>20-23</sup>.

A pesar de la importancia de la asignatura de Anatomía Veterinaria en el proceso formativo de los futuros veterinarios y en su posterior desarrollo profesional, diferentes factores pueden hacer que esta asignatura sea un reto para los estudiantes. Se trata de una asignatura compleja, donde los alumnos deben manejar con soltura una gran cantidad de información, que la mayoría de las veces asimilan mediante la memorización. Una planificación de la docencia a impartir en Anatomía Veterinaria donde se tenga en consideración el empleo de recursos novedosos, como las técnicas de imagen, de forma complementaria a la docencia tradicional, podría contribuir en una mejora en el proceso de aprendizaje de los estudiantes que cursan esta asignatura.

Por otro lado, a pesar de que la docencia práctica es una herramienta eficaz en el proceso de aprendizaje, al promover y facilitar la comprensión de conceptos fundamentales en ciencias experimentales <sup>24</sup>, en ocasiones el diseño y la planificación de las prácticas no generan el interés suficiente en los estudiantes. En estos casos, además de realizar modificaciones en el diseño de las prácticas, sin menoscabar el contenido de las mismas, sería conveniente utilizar herramientas complementarias que estimulen la participación de los estudiantes, promoviendo su proceso de aprendizaje. Dentro del amplio abanico de herramientas que se pueden utilizar en innovación educativa, para estimular la participación y promover el aprendizaje, cabe destacar herramientas empleadas en el aprendizaje electrónico basadas en la gamificación o ludificación, propia del mundo empresarial <sup>25</sup>, que actualmente se están utilizando como estrategias educativas <sup>26</sup>. Una de estas herramientas lúdicas es el Kahoot® <sup>27</sup>, con setenta millones de usuarios mensuales, se trata de una de las plataformas de enseñanza más populares basada en juegos utilizadas en la actualidad <sup>28</sup>. En Ciencias de la Salud y en Biología, diferentes publicaciones han reflejado los efectos positivos que tiene Kahoot® en la dinámica docente, vinculados con la motivación y el proceso de aprendizaje, entre otros <sup>29-32</sup>.

Por todo ello, el presente Proyecto de Innovación Educativa de la convocatoria 2023 de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) se va a desarrollar en tres asignaturas que actualmente se imparten en el Grado en Veterinaria, con los objetivos de:

- Valorar la implementación de la docencia práctica con dos herramientas innovadoras (técnicas de imagen y gamificación).
- Promover la motivación e involucrar a los estudiantes en su proceso de aprendizaje mediante la utilización de técnicas de imagen (TC y RM) como recursos complementarios a la docencia práctica tradicional en la asignatura de Anatomía Veterinaria.
- Estimular la participación, promover el proceso de aprendizaje y valorar la adquisición de nuevos conocimientos en varias prácticas incluidas en las asignaturas de Epidemiología y de Enfermedades Parasitarias mediante la utilización de la herramienta lúdica Kahoot®.
- Aumentar el conocimiento de la Anatomía Veterinaria mediante la utilización de técnicas de imagen (TC y RM) que permita la visualización de las formaciones anatómicas de una forma realista, y sin la superposición de otras estructuras, reduciendo las dificultades de visualización e interpretación que muestran nuestros estudiantes.

## 2. METODOLOGÍA

El proyecto de innovación educativa se va a desarrollar en las asignaturas de Anatomía Veterinaria II, de Epidemiología y de Enfermedades Parasitarias, que se imparten en el Grado en Veterinaria de la ULPGC (Tabla 1).

Tabla 1. Asignaturas adscritas al Grado en Veterinaria, objeto del presente proyecto.

Código	Asignatura	Tipo	Curso	Impartición	Créditos	N <sup>1</sup>
42507	Epidemiología	Obligatoria	Primero	2º semestre	3	81
42509	Anatomía Veterinaria II	Básica de rama	Segundo	1º semestre	6	134
42522	Enfermedades Parasitarias	Obligatoria	Tercero	Anual	12	55

(1) Número total de estudiantes matriculados en el curso académico 2023/2024.

Si bien, en las asignaturas de Epidemiología y de Enfermedades Parasitarias el número de suspensos no es un problema (siendo el porcentaje de aprobados superior al 95%), en el caso de la asignatura de Anatomía Veterinaria II, el porcentaje de aprobados es inferior al 55%, lo que supone un motivo importante de preocupación ya que el conocimiento anatómico es esencial para desarrollar diferentes aspectos vinculados a la práctica profesional.

La baja tasa de aprobados en Anatomía Veterinaria está relacionada con diferentes factores donde destacan:

- Complejidad del tema: El aprendizaje de la estructura y su funcionalidad en varias especies animales implica dificultades intrínsecas para los estudiantes. Existen diferencias anatómicas significativas entre especies, lo que implica mayor complejidad en su estudio y comprensión.
- Cantidad de información: La anatomía implica el estudio de una gran cantidad de información, incluyendo nombres y ubicaciones de huesos, músculos, órganos y otros tejidos. Por lo que los estudiantes pueden sentirse abrumados por la cantidad de detalles a aprender y recordar.

- **Enfoque en la memorización:** En algunos casos, el enfoque de la enseñanza en anatomía puede estar más centrado en la memorización que en la comprensión. Esto hace que los estudiantes se sientan presionados al querer memorizar una gran cantidad de información sin realmente entender la importancia o el contexto de los conceptos anatómicos.
- **Metodología de enseñanza:** La forma en que se enseña la anatomía veterinaria puede variar entre diferentes instituciones y profesores. Algunos estudiantes pueden encontrar que el enfoque utilizado no se ajusta a su estilo de aprendizaje, lo que puede dificultar su comprensión y rendimiento en los exámenes.
- **Falta de recursos o apoyo adecuado:** Si los estudiantes no tienen acceso a recursos de estudio adecuados, como libros de texto, atlas anatómicos, disecciones, acceso a especímenes o asesoramiento adicional, pueden enfrentar dificultades para comprender y aprender la anatomía de manera efectiva.

Por lo tanto, facilitar el proceso de aprendizaje mediante estrategias innovadoras puede ser beneficioso para los estudiantes. Dentro de estas estrategias creemos que el establecimiento de una base sólida de aprendizaje mediante la aplicación de recursos innovadores de aprendizaje a través del uso de la tecnología, así como la retroalimentación y evaluación continua podrían ser beneficiosas para los estudiantes que cursan la asignatura de Anatomía Veterinaria II. Hasta la fecha, las herramientas más valiosas para el conocimiento anatómico en la Facultad de Veterinaria de la ULPGC han sido los especímenes vivos, las disecciones de cadáveres y los libros de texto. Sin embargo, en los últimos años se está promoviendo cambios metodológicos en la docencia veterinaria que garanticen una disminución en el empleo de animales en la formación de los futuros veterinarios, promovándose la implementación de la docencia de la anatomía veterinaria con métodos alternativos <sup>11,13-14,23</sup>.

Por ello, en este proyecto de innovación educativa se va a implementar la docencia en la asignatura de Anatomía Veterinaria II mediante el uso de técnicas de diagnóstico por imagen, para así facilitar la enseñanza de esta asignatura, y revertir, en la medida de lo posible, la baja tasa de aprobados. La metodología a aplicar se basará, en primer lugar, en la utilización de un banco de imágenes macroscópicas obtenidas en varios planos (sagitales, trasversales y horizontales) de diferentes áreas anatómicas, las cuales serán complementadas con imágenes tridimensionales obtenidas mediante técnicas avanzadas de diagnóstico por imagen, como la TC y la RM. La aplicación de este procedimiento (técnicas de imagen) podría reducir las dificultades que tienen nuestros estudiantes para la orientación bidimensional y tridimensional en el espacio de diferentes formaciones y estructuras anatómicas. Además, estas técnicas de imagen permiten eliminar la superposición de las estructuras óseas que componen por ejemplo el plano nasal y el neurocráneo, suministrando mejor visualización y comprensión de los huesos que forman el cráneo.

Además, se implementarán varias prácticas de las asignaturas de Epidemiología y de Enfermedades Parasitarias con una herramienta de gamificación, Kahoot®, con la intención de valorar la repercusión de esta herramienta en la motivación de los estudiantes y en la adquisición de nuevos conocimientos. Para ello se llevarán a cabo pruebas de evaluación y encuestas de satisfacción.

## **2.1. Diseño del estudio**

En el presente estudio participarán los estudiantes matriculados en el curso académico 2023/2024 que no hubieran estado relacionados anteriormente con la materia y que estuvieran dispuestos a participar en el estudio. En la asignatura de Anatomía Veterinaria II los estudiantes se dividirán en dos grupos, el primero se formará empleando únicamente los métodos tradicionales de aprendizaje (disecciones, cortes trasversales y libros de texto), mientras que el segundo grupo contará además de lo anterior, de imágenes de las mismas regiones anatómicas obtenidas mediante las técnicas de imagen anteriormente mencionadas. En las asignaturas de Epidemiología y de Enfermedades Parasitarias, los estudiantes también se dividirán en grupos, el primero participará en una práctica reglada y el segundo además cumplimentará varios cuestionarios diseñados con la herramienta Kahoot®. Una vez realizadas las actividades formativas, y con el objetivo determinar el nivel de comprensión de los conceptos tratados en las prácticas incluidas en el presente estudio, se procederá a la evaluación del proceso de aprendizaje mediante pruebas de evaluación individual. Antes de responder al examen, se

proporcionará a los estudiantes una declaración de consentimiento informado que incluirá el propósito del ejercicio, el tiempo estimado de finalización y las garantías de confidencialidad.

Con el objetivo de conocer la percepción de los estudiantes sobre el uso de las técnicas de imagen y la gamificación en las prácticas incluidas en el presente estudio que se impartirán en las asignaturas de Anatomía Veterinaria II, de Epidemiología y de Enfermedades Parasitarias, se diseñará un muestreo no probabilístico de voluntarios. Para ello, se elaborará una encuesta de satisfacción con variables que será cuantificadas utilizando una escala de Likert de cinco valores ordinales; “totalmente en desacuerdo” (1), “en desacuerdo” (2), “neutro” (3), “de acuerdo” (4) y “totalmente de acuerdo” (5).

De esta manera, se valorará el empleo de dos recursos innovadores de aprendizaje (técnicas de imagen y gamificación) en la docencia práctica de asignaturas vinculadas a tres áreas de conocimiento diferentes que se imparten en los cursos de primero, segundo y tercero en el Grado en Veterinaria de la ULPGC.

## RESULTADOS

Experiencias piloto desarrolladas por los integrantes del Grupo de Innovación Educativa (GIE) VETFUN antes de su creación han aportado información relevante <sup>32-33</sup> para la planificación del presente proyecto de innovación educativa. Resultados preliminares con diferentes técnicas avanzadas de diagnóstico por imagen, entre las que se incluyeron la TC y la RM, empleadas en la implementación puntual de una práctica impartida en la asignatura de Anatomía Veterinaria II, muestran que estas técnicas fomentan la satisfacción del estudiante en su proceso de aprendizaje <sup>33</sup>. De igual forma, la herramienta de gamificación Kahoot®, como metodología de aprendizaje innovadora, también ha sido capaz de generar un elevado grado de satisfacción, como ha quedado reflejado en estudio previo llevado a cabo en una de las prácticas que se imparten en la asignatura de Enfermedades Parasitarias <sup>32</sup>. Además, los resultados obtenidos muestran que el uso de Kahoot®, como método de aprendizaje activo, fue capaz de mejorar significativamente la capacidad de los estudiantes para adquirir nuevos conocimientos durante el trascurso de la práctica <sup>32</sup>.

## CONCLUSIONES

El empleo técnicas de imagen como metodología de aprendizaje innovadora podría ser bastante útil ya que suministra elementos de referencia que permiten al estudiante un conocimiento más práctico de la asignatura de Anatomía Veterinaria II, facilitando la visualización de aquellos puntos que son claves para un mejor conocimiento de ésta, pudiendo extrapolar este procedimiento a aquellas disciplinas responsables de la formación en técnicas de diagnóstico por imagen en Ciencias de la Salud.

La aplicación de las técnicas de imagen en la asignatura de Anatomía Veterinaria II podría reducir las dificultades que tienen nuestros estudiantes para la orientación bidimensional y tridimensional en el espacio de diferentes formaciones y estructuras anatómicas.

El empleo de la gamificación como metodología de aprendizaje innovadora en las asignaturas de Epidemiología y de Enfermedades Parasitarias, podría ser una herramienta complementaria clave en el proceso de aprendizaje de los estudiantes.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Kim, S., y Nolan, P.D., "Measuring social" Informatization": A factor analytic approach. *Sociological Inquiry*, 76(2), 188, (2006).
- [2] Adell, J., "Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información". *EDUtec. Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 7, (1997).
- [3] Duart, J.M., y Lupiáñez, F., "E-strategias en la introducción y uso de las TIC en la universidad", En: Duart, J.M., y Lupiáñez, F. (coords.). *Las TIC en la universidad: estrategia y transformación institucional [monográfico en línea]*. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento (RUSC)*. Vol. 2, núm. 1. UOC, (2005).
- [4] Esteve F., "Bologna y las TIC: de la docencia 1.0 al aprendizaje 2.0.", *La Cuestión Universitaria*, 5., pp. 58-67, (2009).
- [5] "Propuestas para la renovación de las metodologías educativas en la universidad", Secretaría de Estado de Universidades e Investigación, Consejo de Coordinación Universitaria. pp. 1-288. Ministerio de Educación y Ciencia, (2006) Disponible en: <<https://sede.educacion.gob.es/publiventa/propuestas-para-la-renovacion-de-las-metodologias-educativas-en-la-universidad/universidad/12114>>
- [6] "The Bologna Process 2020 - The European Higher Education Area in the new decade", Conference of European Ministers Responsible for Higher Education, 1-6 (2009).
- [7] Fernandes, T.H., "General Panorama of European Veterinary Education", *Journal of Veterinary Medical Education*, 31 (3), 204-206, (2004).
- [8] Fernandes, T.H., "European veterinary education: A bridge to quality", *The Veterinary Journal*, 169, 210–215, (2005).
- [9] Moore, J.L., Dickson-Deane, C., Galyen, K., "e-Learning, online learning, and distance learning environments: Are they the same?", *The Internet and Higher Education*. Volume 14, Issue 2, 2011, Pages 129-135, ISSN 1096-7516, (2011).
- [10] Kennedy, B.W., "Fruits of education: E-technology and applications in lab animal training", *Lab Animal*, 46 (1), pp. 11, (2017).
- [11] Sugand, K., Abrahams, P., Khurana, A., "The anatomy of anatomy: A review for its modernization", *Anat. Sci. Educ.* 3:83–93, (2010).
- [12] DeHoff, M.E., Clark, K.L., Meganathan, K., "Learning outcomes and student perceived value of clay modeling and cat dissection in undergraduate human anatomy and physiology", *Adv. Physiol. Educ.* 35:68–75, (2011).
- [13] Salazar, I., "Coming changes in veterinary anatomy: What is or should be expected?", *J. Vet. Med. Educ.*, 29:126–130, (2002).
- [14] Kinnison, T, Forrest, N.D., Freat, S.P., Baillie, S., "Teaching bovine abdominal anatomy: Use of a haptic simulator", *Anat. Sci. Educ.*, 2:280–285, (2009).
- [15] Morris, P. G., "Nuclear magnetic resonance imaging in medicine and biology", United Kingdom, EDB-87-172510, (1986).
- [16] Laal, M., "Innovation process in medical imaging", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 81:60–64, (2013).
- [17] Lahoti, H.S., Jogdand, S.D., "Bioimaging: Evolution, Significance, and Deficit", *Cureus*, Sep 8;14(9):e28923, (2022).
- [18] Marks, S.C., "The role of three-dimensional information in health care and medical education: The implications for anatomy and dissection", *Clin. Anat.*, 13:448–452, (2000).
- [19] Estevez, M.E., Lindgren, K.A., Bergethon, P.R., "A novel three-dimensional tool for teaching human neuroanatomy", *Anat. Sci. Educ.*, 3:309–317, (2010).
- [20] Miles, K.A.. "Diagnostic imaging in undergraduate medical education: an expanding role", *Clinical radiology*, 60(7), 742-745, (2005).
- [21] Moscova, M., Bryce, D.A., Sindhusake, D., Young, N., "Integration of medical imaging including ultrasound into a new clinical anatomy curriculum", *Anatomical Sciences Education*, 8(3), 205-220, (2015).
- [22] Grignon, B., Oldrini, G., Walter, F., "Teaching medical anatomy: what is the role of imaging today?", *Surg. Radiol. Anat.*, 38, 253–260, (2016).

- [23] Delisser, P. J., Carwardine, D., “Student perceptions of sectional CT/MRI use in teaching veterinary anatomy and the correlation with visual spatial ability: A student survey and mental rotations test”, *Journal of Veterinary Medical Education*, 45(3), 320-329, (2018).
- [24] Hofstein, A., Mamlok-Naaman, R., "The laboratory in science education: The state of the art", *Chem. Educ. Res. Pract.*, 8 (2), 105-107, (2007).
- [25] Pelling, N., “The (short) prehistory of ‘gamification’”, *Fund-ing Startups (& other impossibilities)*, (2011).
- [26] Grinias J. P., "Making a Game Out of It: Using Web-Based Competitive Quizzes for Quantitative Analysis Content Review", *J. Chem. Educ.*, vol. 94, no. 9, pp. 1363–1366, Sep. (2017).
- [27] Kahoot!®, <https://kahoot.com/> (2018).
- [28] Wang, A.I. y Tahir, R., “The effect of using Kahoot! for learning – A literature review”, *Computers & Education*, 149, 103818 (2020).
- [29] Cameron, K.E., y Bizo, L.A., “Use of the game-based learning platform KAHOOT! to facilitate learner engagement in Animal Science students”, *Research in Learning Technology*, 27: 2225 (2019).
- [30] Felszeghy, S., Pasonen-Seppänen, S., Koskela, A. et al., “Using online game-based platforms to improve student performance and engagement in histology teaching”, *BMC Med Educ* 19, 273 (2019).
- [31] Jaber, J.R., Farray, D., Ramírez, A.S., Melián, C., Suárez, F., Suarez-Bonnet, A., Rosales, R., Carrascosa, C., “Empleo de herramientas de gamificación para el aprendizaje en Veterinaria”, *VetDoc. Revista de Docencia Veterinaria*, 3, 125-126, (2019).
- [32] Conde-Felipe, M., Molina Caballero, J.M., Ruiz Reyes, A., “Evaluación puntual del aprendizaje en Veterinaria mediante una técnica de gamificación”, En: *Gamificación en el aula*, Via Docendi 2, Colección de Innovación Educativa, Servicio de Publicaciones y Difusión Científica, ULPGC, capítulo 8, 194-215 (2021).
- [33] Jaber Mohamad, J.R., Suarez, F., Morales, D., Conde-Felipe, M., Farray, D., Encinoso, M., Ramírez, A.S. y Carrascosa, C., “Estudio comparativo entre los métodos tradicionales y el uso de técnicas avanzadas de diagnóstico por imagen para el aprendizaje de anatomía: resultados preliminares”. X Jornadas Iberoamericanas de Innovación Educativa en el ámbito de las TIC y las TAC, InnoEducaTIC (2023).



# AI-based Practical Approach to the Development of the Digital Competencies of Educators

D. Galante-Sempere<sup>\*a</sup>, J. B. <sup>b</sup>, Alonso-Hernández<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Electrónica y Automática, Institute for Applied Microelectronics (IUMA); <sup>b</sup>Departamento de Señales y Comunicaciones, Institute for Technological Development and Communications Innovation (IDeTIC)

Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, E-35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain

## ABSTRACT

This paper presents a methodology for the application of Artificial Intelligence (AI) in higher education as a virtual assistant to contribute to the development of the Digital Competencies of Educators (DigCompEdu). To achieve this, the contribution's context is provided, including a general description of the various Competencies involved, a review of the most relevant state of the art proposals, and the identification of the Competencies in which the use of AI can contribute. Additionally, a series of practical examples are contextualized to demonstrate the usefulness and potential of AI and modern AI-based tools as virtual assistants for the development and improvement of the Digital Competencies of Educators.

**Keywords:** Digital Competencies of Educators, Education, Educational Innovation, Artificial Intelligence, ChatGPT-4, Information and Communication Technologies.

## 1. INTRODUCTION

The Digital Competencies of Educators (DigCompEdu) are outlined in the European Framework as a set of skills and abilities that are essential for educators [1], [2]. It should not be confused with the use of Information and Communication Technologies (ICT), although it builds upon them. Furthermore, it is emphasized that DigCompEdu are not simply digital management skills, but a combination of these skills with education training and pedagogical abilities. It is expected that by the end of 2024, around 80% of educators will have certified digital teaching competencies. Specialized courses that endorse each level and specific certification tests that determine the extent to which each competency is developed are available for this purpose [3], [4]. The aim of this work is to make a contribution to the development of digital teaching competencies in education by providing a practical approach to move from a theoretical background to the classrooms. To achieve this, the use of AI-based tools available to all users for free at the time of this writing is proposed. The adopted approach primarily focuses on the development of specific competencies that can benefit through the use of available AI-based tools, thereby alleviating the workload of educators. It's important to note that, due to their nature, not all competencies can benefit from the use of AI.

The aim is for educators to be able to redistribute the time allocated to many of their daily tasks in order to spend more time interacting with students. In summary, educators can save time on tasks such as content preparation, administration, task assessment, reviewing and correction, or professional development. The rest of the document is organized as follows, a review of the state of the art and an overview of key theoretical concepts for this work are presented in Section 2. In Section 3, the problem to be addressed is contextualized, and a comprehensive discussion of the methodology to apply AI to teaching in order to promote and enhance digital teaching competencies is provided. Finally, the conclusions of the work are presented in Section 4.

## 2. STATE-OF-THE-ART REVIEW AND BACKGROUND

A pilot study conducted among European teachers indicates a positive attitude towards AI in education and a high motivation to include related content in schools [5]. Furthermore, among the total number of teachers involved, it appears that the level of skills related to digital content and tools is very basic, and when it comes to AI-based content and tools, there are clearly several deficiencies. Therefore, in order to include and integrate AI in education, it is necessary to consider some options. On one hand, establish a network of experts in AI in education, or at least

consolidate a common foundational knowledge for teachers that enables them to have sufficient criteria to use AI appropriately [6]. The most recent work on AI in education (sometimes called AIEd) primarily focuses on proposing methodologies centered on automated adaptive assessments, generating teaching content, reviewing student responses, and personalization and addressing diversity through content adaptation [7]–[12]. It is highlighted that [7] demonstrated that up to 85% of the effort in correcting activities can be reduced using the OpenAI model, resulting in a series of high-quality and precise corrections, and students perceived a high quality of feedback received. On the other hand, AI is also very useful for generating question-answer pairs or obtaining distractor answers, used for tasks such as multiple-choice quizzes or generating teaching content and tasks related to reading comprehension [13]. Similarly, it has also been shown that AI tools can be focused on specific fields and used to develop various activities to improve teaching or create challenges and encourage critical thinking in students. Studies in various fields, such as basic sciences, mathematics, Spanish language and literature, biology, physics, medicine, law, and economics, have addressed this matter. In particular, in the field of mathematics, AI can be used to generate problems with written statements that combine language interpretation with equation identification and problem contextualization [14]–[16]. Likewise, the possibility of directing conversations between students and AI to prompt the generation of educational content dialogues has been studied. The idea is based on following a set of guidelines and sequencing specific questions and answers for the student to develop their own educational process [17]. Of course, one of the conclusions reached is that, while useful, these generated responses are far below the quality that can be obtained from a real dialogue with a teacher. In this regard, numerous studies seek to determine the level of accuracy and errors of a specific tool, such as ChatGPT, in specific domains, such as software validation and testing [18], are subject to evaluation. Naturally, many of these studies are based on complex fields and advanced problems, often beyond the high school level. The conclusions from such studies consistently emphasize the need to thoroughly explore responses and verify results before concluding whether the response is correct or incorrect. It is important to be careful in establishing the context of questions and problems and provide as much additional information as possible to generate the most accurate responses.

### 3. ROADMAP TO THE DEVELOPMENT OF THE DIGCOMPEDU

Many works delve into the study of AI possibilities, impact, use and applications in education. However, few authors propose practical methodologies to bring this new knowledge to the real environment where the education process happens. Therefore, we propose a practical approach to move from the fact that AI can be included in higher education to the classroom by giving specific outlines and templates to help the teachers assess their DigCompEdu. To introduce this roadmap, we highlight that AI's potential lies in the highly adaptable context it provides. AI can be treated as a scientific calculator, as a simple tool in the teacher's hand, or as an efficient virtual assistant, consultant and virtual trainer to improve the development of the DigCompEdu. To sum up, AI provides a new, efficient way of performing as a teacher to save time while enhancing the quality of aspects such as: inclusive education, communication, task assessment, content adaptation, professional development, content update, learning disabilities assessment and many more. Following the previous discussion, it can be identified that, although there are multiple studies on the use of AI for specific tasks, it is possible to extend the functionality in the following fields:

- **Support for Inclusive Education:** Inclusive education is closely tied to diversity. However, inclusive education is about fostering respect and acceptance of individuals of all kinds, without making distinctions based on ethnicity, gender, sexual orientation, faith, or disabilities, among other factors. It aims to provide a safe school environment where all students can thrive. This means creating a diverse environment with a wide range of students. In other words, educators will encounter individuals from different ethnicities, genders, sexual orientations, religions, or disabilities, among other aspects. As part of their role, educators need to adapt content to this reality, and they can use AI to ease the effort involved. An AI tool can modify or adapt the planning of various content to include all necessary measures for ensuring inclusive education. It can also be used to review content and provide corrections that promote inclusive education. In this line, the interaction demonstrated in Figure 2 is highlighted, showing an example of how ChatGPT-4 can generate a content adaptation instantly to ensure inclusive education in the context of higher education.
- **Adaptation of Content for Diverse Learners:** In close connection to the previous idea, this refers to using AI to modify content and make it accessible to students of all kinds of profiles. This field includes, for example, students with high abilities. AI tools can provide extension exercises and problems, as well as support for self-learning or guided learning, thus lightening the teaching load. Likewise, students with disabilities can benefit from the use of AI tools that can adapt regular content to their specific needs to ensure they can access the same

content as their peers. An example of how AI-based tools can be used to generate a content adaptation for diversity in higher education is presented in Figure 3.

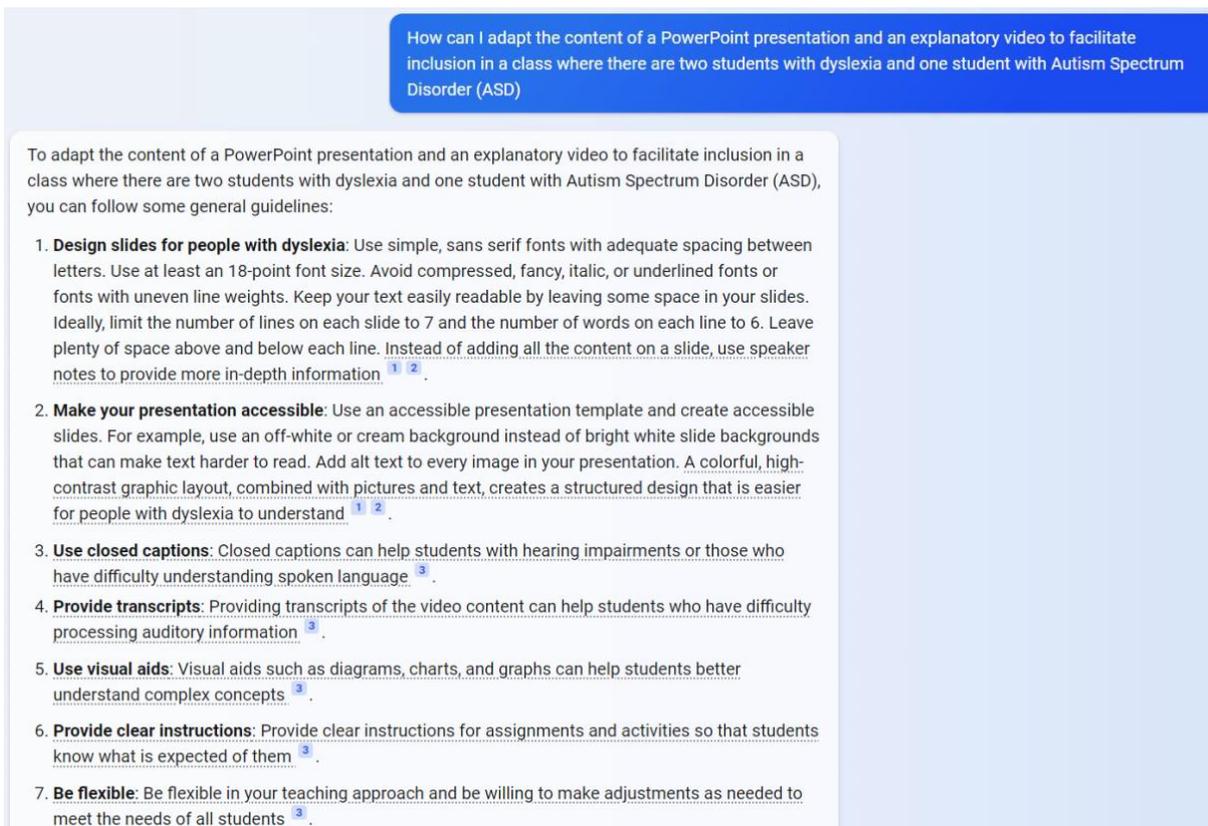


Figure 1. Interaction with ChatGPT-4 to obtain material adaptations catering to inclusive education in higher education.

**Template:** How can I adapt the content of a PowerPoint presentation and an explanatory video to facilitate inclusion in a class where there are two students with dyslexia and one student with Autism Spectrum Disorder (ASD)?

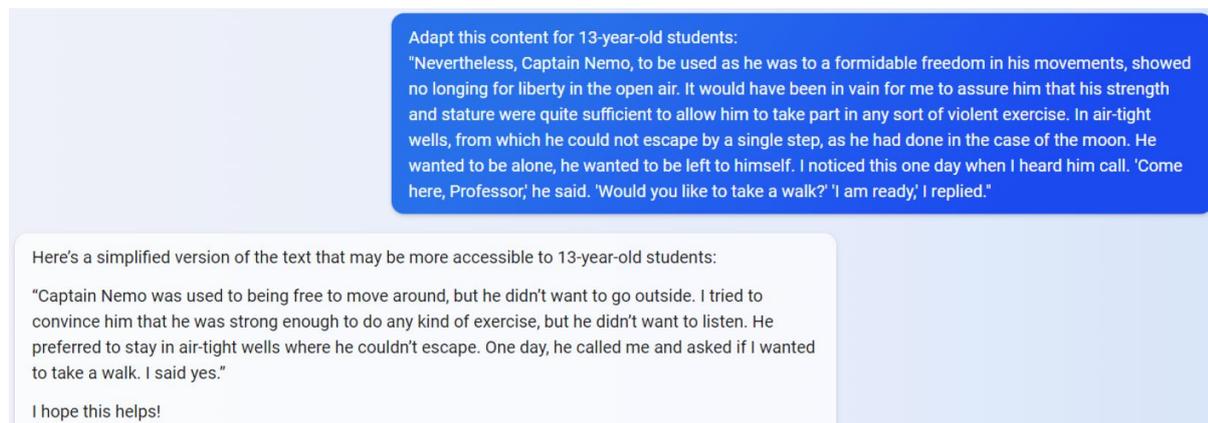


Figure 2. Example with ChatGPT-4 to adapt the contents for diversity in higher education.

**Template:** Adapt the following content for <student profile> students.

- **Reducing the Digital Divide Among Educators:** Since each educator has different skill levels and varying degrees of knowledge of ICT and digital competencies, AI can be used to support teachers in managing digital tools and all types of computer or electronic tasks. An example is presented in Figure 4, demonstrating how AI-

based tools can be used as virtual assistants to provide the educator with specific steps to perform a certain task involving ICT resources in a user-friendly way.

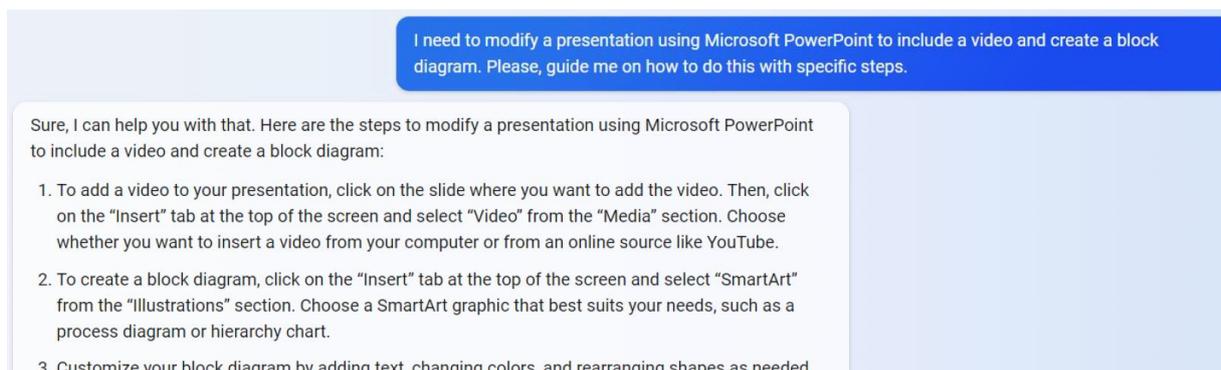


Figure 3. Example of use of ChatGPT-4 to help reduce the digital divide among higher education teachers.

- **Adaptation of Content and Activities for Learning Difficulties:** One of the fundamental utilities of AI-based tools is their ability to identify flaws or difficulties in learning. For example, if ChatGPT is given an essay or a text comment, the same tool can be used to detect weaknesses in the text's structure, argument development, or even issues in the student's writing process. In this way, AI can be employed to identify and address these learning difficulties, both by providing task analysis to the teacher and by offering suggestions and adaptations that will benefit the students in adapting to their needs. In Figure 5, we show how ChatGPT can be used to adapt the contents of a task to attend to learning disabilities in a higher education environment.
- **Improving the Quality of Communication with Families, Students, and Other Educators:** For those facing difficulties in communicating effectively, AI is a powerful tool. It offers the ability to review entire texts, adapt message content to a specific communication style, or reorganize the structure of a message based on particular guidelines. In fact, this aspect of AI has been extensively explored in fields such as legal document drafting (Choi et al., 2023). In Figure 6, the generation of a communication with a family given a specific context and guidelines is demonstrated, proving the usefulness of AI-based communication in enhancing the educator's communicative skills.
- **Facilitating Personalized Attention:** One of the most powerful advantages of AI is its ability to personalize almost anything. For example, you can request ChatGPT to generate a series of first-degree math problems based on the Harry Potter book series, Star Wars, or The Lord of the Rings, and so on. The same can be done with any other field, not just mathematics, and with any other topic (anime series, video games, music, dance styles, fashion, sports, etc.). Likewise, AI enables exercises in a subject to be presented in the form of role-playing games or project-based learning, aligning perfectly with current pedagogical principles. We present how ChatGPT-4 can be used to generate personalized feedback from the result of a specific task in the context of higher education, as shown in Figure 7.
- **Information Retrieval and Content Update:** AI-based tools can act as advanced content search engines. They can be used to obtain very specific information about a particular field or context, or to efficiently refresh content. In fact, it has been demonstrated that AI even offers the possibility of conducting searches or comparisons of the state of the art. This advantage, which is already being utilized by researchers writing scientific articles, can benefit educators in their efforts to verify new information or stay updated on a particular topic. An example is provided in Figure 8 to demonstrate how AI tools can generate highly valuable information regarding information retrieval and content updates in the field of Fluid Mechanics.

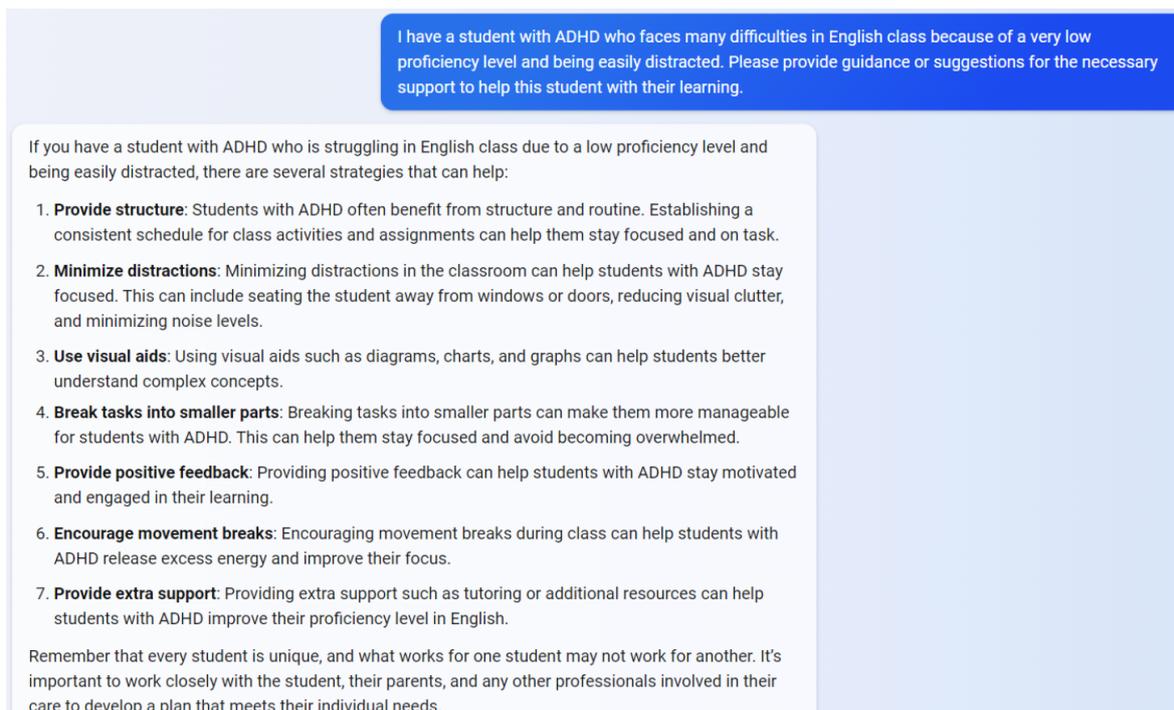


Figure 4. Interaction with ChatGPT-4 focused on the development of materials catering to learning disabilities in higher education.

**Template:** I have a student with <learning difficulty type> who faces many difficulties in <subject name> class because of <provide context>. Please provide guidance or suggestions for the necessary support to help this student with their learning.

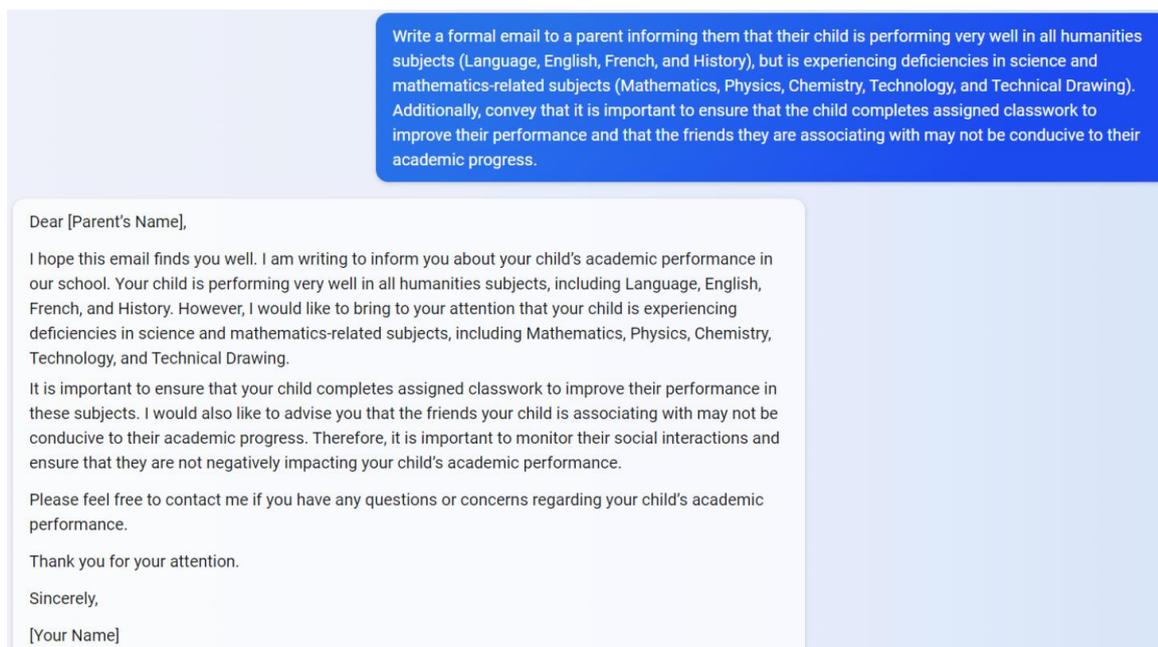


Figure 5. Using ChatGPT-4 to improve communication quality in higher education between the teacher and the families.

**Template:** Write a <formal/informal/professional/casual/persuasive/technical/academic...> email to a <parent/student/teacher/ association/entity...> informing them that <positive/negative aspects> but is experiencing deficiencies in <negative/positive aspects>. Additionally, convey that <additional details>.

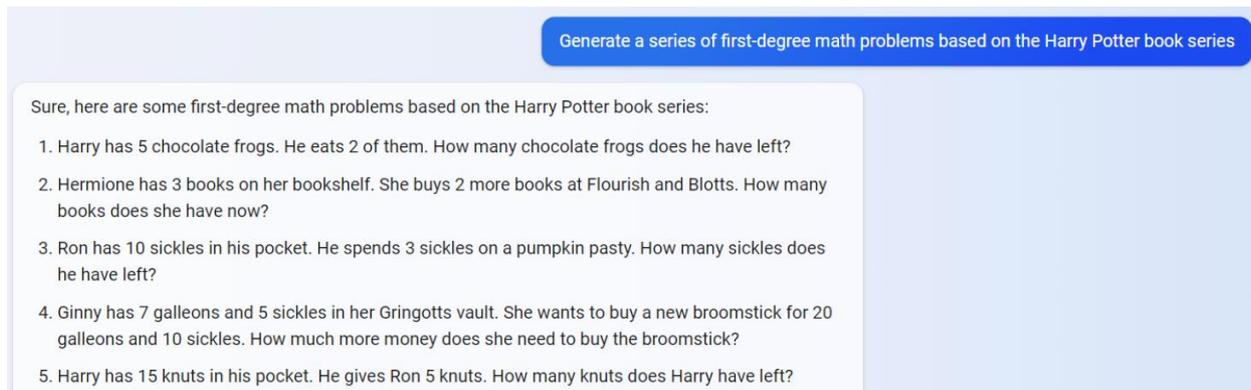


Figure 6. Interaction with ChatGPT-4 to generate personalized feedback in a higher education scenario.

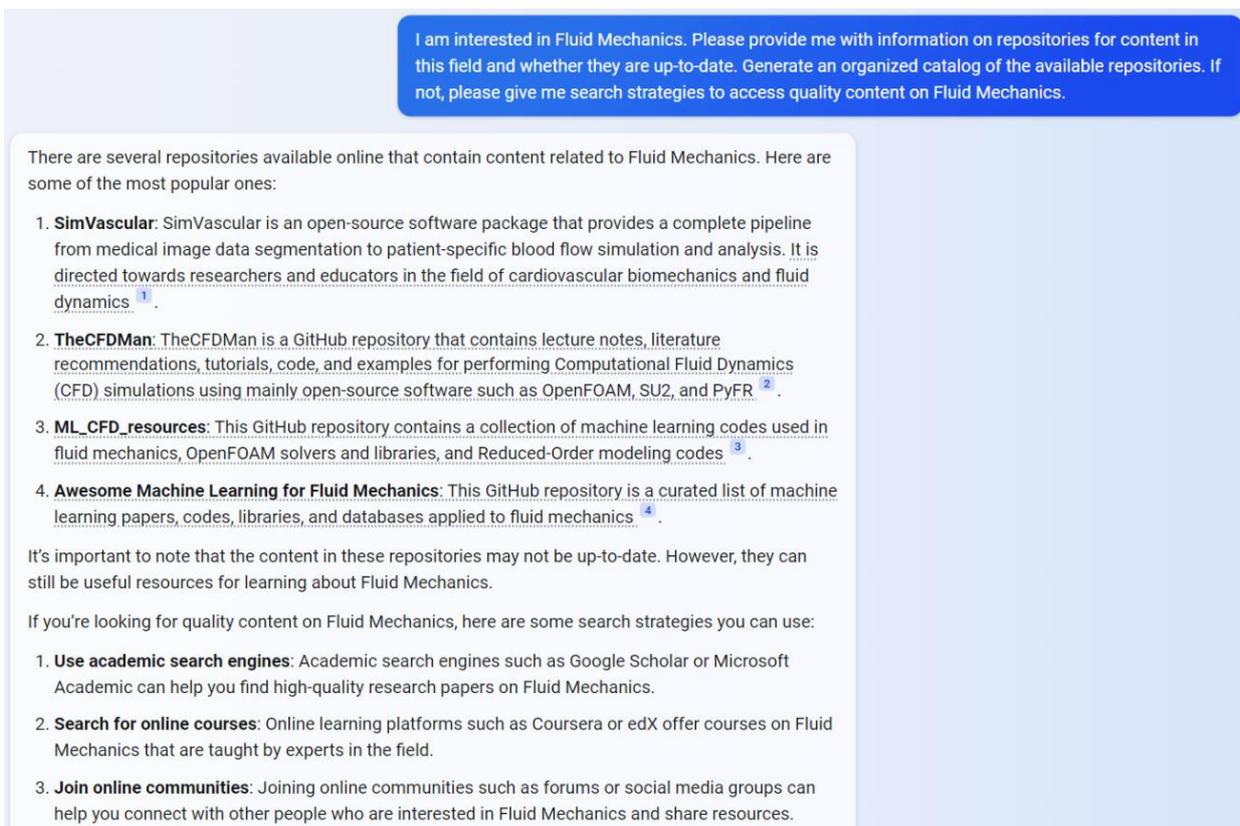


Figure 7. Using ChatGPT-4 as a virtual assistant and virtual trainer to retrieve high-quality information and update contents in higher education.

**Template:** I am interested in <field or subject>. Please provide me with information on repositories for content in this field and whether they are up to date. Generate an organized catalog of the available repositories. If not, please give me search strategies to access quality content on <field or subject>.

- **Professional Development for Educators:** Tools like ChatGPT can provide educators with personalized guidance to develop their knowledge, stay up-to-date, or enhance their self-learning. There are numerous (informal) proposals that demonstrate how AI can be used to learn tasks that may initially appear complex, such as learning programming languages, video editing and production, or entering the world of computer animation. Educators can benefit from these tools as they offer a powerful way to expand their knowledge, skills, and digital capabilities. In Figure 9, an example of how to use AI to enhance educators' professional development is shown.

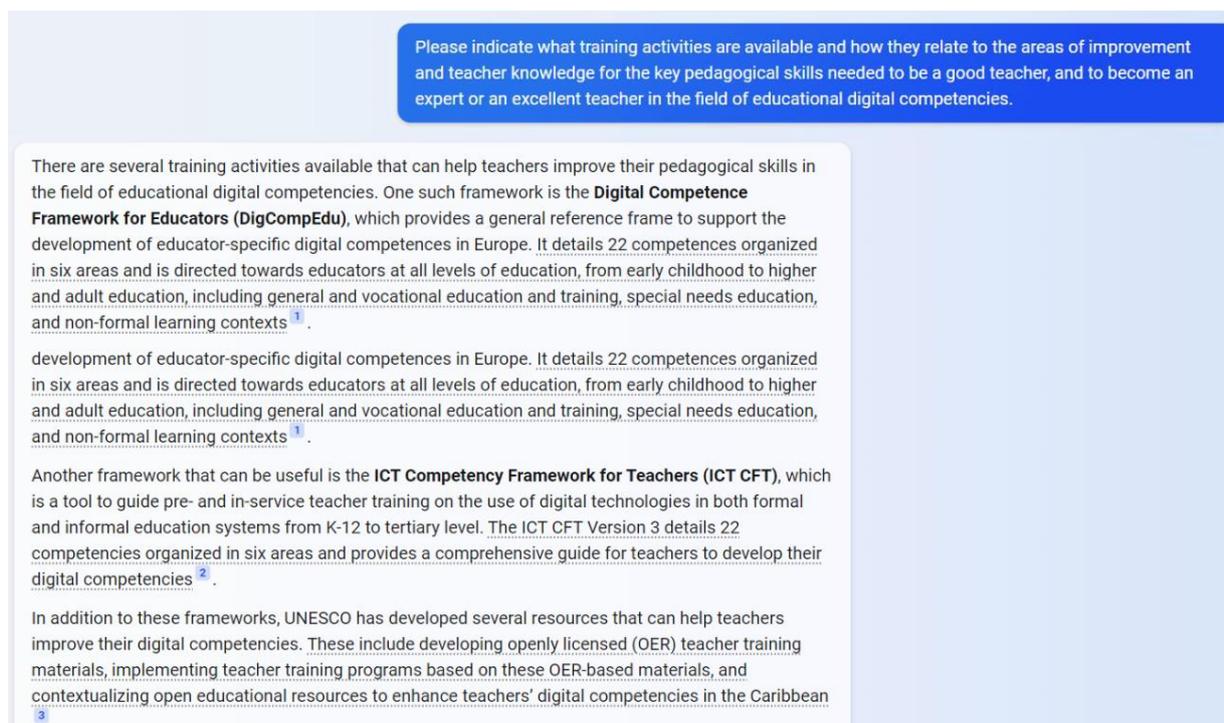


Figure 8. Case of use of ChatGPT-4 as a virtual trainer to enhance professional development in higher education teachers.

**Template:** Please indicate what training activities are available and how they relate to the areas of improvement and teacher knowledge for the key pedagogical skills needed to be a good teacher, and to become an expert or an excellent teacher in the field of educational digital competencies.

## 4. CONCLUSIONS

AI, and particularly ChatGPT, is a powerful tool in the work of educators. As seen on multiple occasions, AI provides highly detailed responses in just a few seconds, significantly relieving the workload of educators. It is worth noting that AI is particularly useful in crafting messages and communications with a specific style and in providing suggestions regarding sources of information or educational materials in a particular context. Another especially relevant feature is its ability to offer analysis or ideas about a student's performance or for specific cases of learning difficulties. Several examples of use and templates to be used practically in a higher education context as part of the development of educators' digital competencies have been presented. This work has presented a series of use cases demonstrating the utility of AI-based tools in contributing to the support and improvement of digital education competencies. It has broken down the main competencies that benefit from the use of AI. Similarly, each of them has been examined to address how the use of AI specifically contributes to each level proposed by the European regulatory framework, concluding AI tools can efficiently be used as virtual assistants and trainers to save time and leave educators with more time to spend with their students instead of performing administrative tasks or content preparation.

## 5. REFERENCES

- [1] C. Redecker and Y. Punie, *Marco Europeo para la Competencia Digital de los Educadores*. 2020.
- [2] INTEF, *Marco de Referencia de la Competencia Digital Docente Actualizado*. 2022.
- [3] *Disposición 11574 del BOE núm. 166 de 2022*. 2022, pp. 61561–61567.
- [4] *Disposición 13096 del BOE núm. 185 de 2022*. 2022, pp. 61561–61567.
- [5] S. Polak, G. Schiavo, and M. Zancanaro, "Teachers' Perspective on Artificial Intelligence Education: An Initial Investigation," 2022, doi: 10.1145/3491101.3519866.
- [6] C. Fadel, W. Holmes, and M. Bialik, "Artificial intelligence in education: Promises and implications for teaching

- and learning,” *Cent. Curric. Redesign*, 2019.
- [7] J. P. Bernius, S. Krusche, and B. Bruegge, “Machine learning based feedback on textual student answers in large courses,” *Comput. Educ. Artif. Intell.*, vol. 3, p. 100081, 2022, doi: <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2022.100081>.
- [8] S. Moore, H. A. Nguyen, N. Bier, T. Domadia, and J. Stamper, “Assessing the Quality of Student-Generated Short Answer Questions Using GPT-3,” in *Educating for a New Future: Making Sense of Technology-Enhanced Learning Adoption*, 2022, pp. 243–257.
- [9] M. Sailer *et al.*, “Adaptive feedback from artificial neural networks facilitates pre-service teachers’ diagnostic reasoning in simulation-based learning,” *Learn. Instr.*, vol. 83, p. 101620, 2023, doi: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2022.101620>.
- [10] S. Sarsa, P. Denny, A. Hellas, and J. Leinonen, “Automatic Generation of Programming Exercises and Code Explanations Using Large Language Models,” in *Proceedings of the 2022 ACM Conference on International Computing Education Research - Volume 1*, 2022, pp. 27–43, doi: 10.1145/3501385.3543957.
- [11] X. Zhai, “ChatGPT for Next Generation Science Learning,” *SSRN Electron. J.*, vol. 29, no. 3, pp. 42–46, 2023, doi: 10.2139/ssrn.4331313.
- [12] M. Zhu, O. L. Liu, and H.-S. Lee, “The effect of automated feedback on revision behavior and learning gains in formative assessment of scientific argument writing,” *Comput. Educ.*, vol. 143, p. 103668, 2020, doi: <https://doi.org/10.1016/j.compedu.2019.103668>.
- [13] F. Qu, X. Jia, and Y. Wu, “Asking Questions Like Educational Experts: {A}utomatically Generating Question-Answer Pairs on Real-World Examination Data,” in *Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Nov. 2021, pp. 2583–2593, doi: 10.18653/v1/2021.emnlp-main.202.
- [14] J. Shen *et al.*, “Generate {&} Rank: A Multi-task Framework for Math Word Problems,” in *Findings of the Association for Computational Linguistics: EMNLP 2021*, Nov. 2021, pp. 2269–2279, doi: 10.18653/v1/2021.findings-emnlp.195.
- [15] Z. Wang, A. Lan, and R. Baraniuk, “Math Word Problem Generation with Mathematical Consistency and Problem Context Constraints,” in *Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Nov. 2021, pp. 5986–5999, doi: 10.18653/v1/2021.emnlp-main.484.
- [16] W. Yu, Y. Wen, F. Zheng, and N. Xiao, “Improving Math Word Problems with Pre-trained Knowledge and Hierarchical Reasoning,” in *Proceedings of the 2021 Conference on Empirical Methods in Natural Language Processing*, Nov. 2021, pp. 3384–3394, doi: 10.18653/v1/2021.emnlp-main.272.
- [17] A. Tack and C. Piech, “The AI Teacher Test: Measuring the Pedagogical Ability of Blender and GPT-3 in Educational Dialogues.” 2022.
- [18] S. Jalil, S. Rafi, T. D. LaToza, K. Moran, and W. Lam, “ChatGPT and Software Testing Education: Promises & Perils,” in *2023 IEEE International Conference on Software Testing, Verification and Validation Workshops (ICSTW)*, Apr. 2023, no. i, pp. 4130–4137, doi: 10.1109/ICSTW58534.2023.00078.

# Experimental evaluation of Large Language Models for in-class learning experience customization

Daniel Moreno<sup>a</sup>, Victor Guerra<sup>b</sup>, and Antonio G. Ravelo-García<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Instituto para el Desarrollo Tecnológico y la Innovación en Comunicaciones, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Spain

<sup>b</sup>Pi Lighting Sarl, Sion, Switzerland

## ABSTRACT

This paper explores the utilization of Large Language Models (LLMs) for personalized education in Secondary Education, focusing on motivation and personalization. It uses the GPT 3.5 model by OpenAI to generate tailored exercises and examines their impact on student motivation and academic performance. The study highlights the positive correlation between motivation and performance, emphasizing the need to consider classroom dynamics and teacher-student relationships. While LLMs enhance educational content, they should complement, not replace, the teacher's role. The research calls for further investigation into personalization's impact on education, considering study duration and student samples for a more robust understanding.

**Keywords:** Large Language Model, Motivation, Personalized Learning, Learning Experience

## 1. INTRODUCTION

Artificial Intelligence (AI) and Large Language Models (LLMs) have advanced significantly in recent years. LLMs are natural language processing models that utilize machine learning to generate coherent and meaningful text in various languages. They are trained on extensive textual data to understand linguistic patterns and predict subsequent words or phrases within text.<sup>1</sup>

Furthermore, LLMs have gained popularity due to their proficiency in tasks such as translation, text generation, question answering, and text classification. They find applications in chatbots, voice assistants, and personalized recommendation systems,<sup>2,3</sup> although they have also raised ethical and privacy concerns related to bias and the potential for producing misleading text.<sup>4</sup>

In education, LLMs offer opportunities to enhance learning processes and resources. Some researchers propose using these models to generate content and tailor learning experiences for students.<sup>5</sup>

Moreover, motivation in teaching significantly affects student engagement and performance. The Self-Determination Theory emphasizes that meeting psychological needs for competence, autonomy, and social relatedness enhances motivation and engagement.<sup>6</sup> Conversely, unmet needs can lead to disengagement and potential dropouts.

In this context, LLMs can improve instruction quality and personalization, since they enable the creation of personalized exercises, potentially boosting student motivation and engagement.

This work explores the benefits of LLMs in education, focusing on personalization and motivation. The main objectives include using an LLM, specifically the GPT 3.5 model by OpenAI,<sup>7</sup> to generate personalized exercises for Secondary Education students. The expectation is that exercises generated by the LLM will capture student interest, fostering heightened motivation and engagement in the learning process. This innovative approach aims to analyze the motivational impact of personalized learning, examining its correlation with academic performance.

The remainder of this paper is structured as follows: Section 2 establishes a theoretical framework, providing the foundation for the research's concepts and theories. Section 3 outlines the methodology, including research design, data collection, and analysis techniques. Section 4 presents a comprehensive analysis of the study's findings. Finally, in Section 5 the paper concludes by summarizing key insights, discussing their implications, and suggesting potential directions for future research.

---

Further author information: (Send correspondence to D.M.)

D.M.: E-mail: daniel.moreno@ulpgc.es, Telephone: +34928459966

## 2. THEORETICAL FRAMEWORK

This section delves into three primary topics: the application of LLMs in education, student motivation, and the personalized learning experience. Here, key aspects of each topic are presented.

### 2.1 Educational Application of LLMs

LLMs, exemplified by the ChatGPT model in this study, have gained prominence in recent years for their natural language processing and text generation capabilities.<sup>8</sup> These models excel in understanding intricate linguistic patterns and generating coherent, contextually relevant content, sparking significant research interest in education.<sup>9</sup>

Students can harness these tools to augment their learning experiences, as they can clarify complex concepts, receive examples, and practice content through exercises.<sup>10</sup> Moreover, some scholars advocate using LLMs as virtual personal tutors to address student queries.<sup>11</sup>

For educators, LLMs offer a versatile tool to create supplementary content, tailor activities to individual student needs, and design evaluation materials.<sup>10</sup> Additionally, some studies suggest that AI has the potential to reduce educators' workloads by automating tasks.<sup>12</sup>

However, LLMs also present challenges in academic settings, particularly regarding potential misinformation or inaccuracies. In this regard, three scenarios emerge: banning LLMs, returning to written assessments, or integrating LLMs into teaching-learning processes to address these concerns.<sup>13</sup>

### 2.2 Student Motivation

Student motivation is a crucial factor in education, influencing engagement, commitment, and academic success. Intrinsic motivation, driven by personal interest and curiosity, is especially important for effective learning according to the self-determination theory.<sup>14</sup> Hence, fostering intrinsic motivation is a key goal for educators.

Motivation's importance spans all educational levels, with its determinants varying based on educational stages and individual circumstances.<sup>15</sup> For secondary education, various studies have explored motivation's impact across different domains and contexts.

For instance, a study found that grouping students by proficiency levels in English classes can enhance learning strategies and motivation compared to mixed-level classes.<sup>16</sup> In Peru, research on secondary students' social skills revealed that a significant portion lacks adequate social skills, potentially affecting their motivation and academic performance.<sup>17</sup>

### 2.3 Customized Learning Experience

Personalized learning customizes the teaching process to individual student attributes like skills, prior knowledge, and interests, which has been shown to enhance academic performance and student satisfaction.<sup>18,19</sup>

In secondary education, Information and Communication Technologies (ICT) can facilitate personalized learning by tailoring content and activities to students' learning style preferences, using various online tools. This approach can significantly improve student engagement and motivation by aligning tasks with their interests and abilities, ultimately increasing attendance and reducing truancy.<sup>20</sup>

Virtual Learning Environments (VLE) can also strengthen reading skills in basic and secondary education, involving educators from diverse fields.<sup>21</sup> LLMs play a key role in implementing personalized learning by generating relevant content for exercises and instructional materials, meeting individual student needs and interests, due to their ability to create coherent and contextually relevant content.

## 3. METHODOLOGY

The primary goal of this study, as outlined in Section 1, is to utilize the LLM ChatGPT to create customized tasks for enhancing the motivation of Secondary Education students. The experiments involved five groups, all in the 2nd year of Compulsory Secondary Education (ESO). Among them, three groups (T1, T2, and T3) served as test groups, completing customized exercises, while two groups (C1 and C2) acted as control groups, working on the same exercises but without customization.

### 3.1 Experimental setup

The study was conducted at the IES Siete Palmas educational center in Las Palmas de Gran Canaria, Spain, from mid-March to mid-May 2023. This timeline allowed for obtaining real results from 2nd-year ESO students. To ensure the consistency of the study, students with specific educational support needs that necessitated curriculum adaptation were excluded. As a result, there were a total of 62 students in the test groups and 37 students in the control groups, as indicated in Table 1.

Table 1: Number of students per class

Group	T1	T2	T3	C1	C2
Cardinality	20	20	22	19	18

The study focused on a part of the curriculum aligned with evaluation criterion 5 (STEE02C05) in Learning Block IV, Structures and Mechanisms: Machines and Systems, according to the Organic Law for the Improvement of Educational Quality (LOMCE). This criterion involved understanding the mechanical components responsible for transforming and transmitting movements in machines and systems within a structure, including their functionality, movement transformation or transmission, and the relationships between machine elements. In the educational institution where the research took place, this criterion encompassed three learning situations related to levers, pulleys, and gears. However, during the experimental period, only the learning situation concerning gears was covered, as the others had already been addressed.

### 3.2 Procedures

In Figure 1, the flowchart for the test and control groups is depicted. It consists of four phases: Phase I deals with the motivational assessment of the students, Phase II involves the generation of problem groups, Phase III encompasses classroom intervention, and Phase IV focuses on the assessment of the experience and the examination to measure the outcomes.

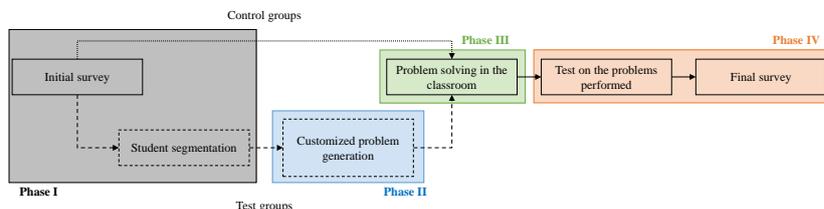


Figure 1: Flow diagram depicting the followed processes during the experimentation. You can grasp the caption to make some short clarifications on the figure.

#### 3.2.1 Phase I: Motivational driver assessment

Both groups initially completed a survey that assessed their motivation level toward the subject, hobbies, interests, preferences for working in groups, willingness to connect hobbies with subject tasks, and preferred learning techniques (theoretical explanation, problem-solving, or construction projects).

After analyzing the survey results and considering students' indicated hobbies, the test group students were grouped in pairs or groups of three. Grouping was based on identifying common or similar interests to select thematic problems, and students with closely aligned preferences were placed together. In cases where students had more restrictive preferences in terms of cardinality, they were initially paired to address the challenge of finding matching interests.

#### 3.2.2 Phase II: Problem batch generation

After segmenting the students, the process of creating custom problems began using ChatGPT. This involved analyzing the curriculum content, specifically related to gear systems, and using sample exercises to define a prompt. In the context of LLMs, a prompt is a text input or instruction given to the model to generate a

coherent response. Prompts are vital for interacting with LLMs as they provide initial guidance and context for generating relevant responses. Configuring and fine-tuning prompts is essential to influence the model's output, including its style, tone, level of detail, and thematic coherence in the responses.

In this study, after several iterations to refine the quality of the generated responses, the prompts used followed the following steps: definition of the chatbot's role as a gear problem generator for 2nd-year ESO students, description of the information to be provided and the expected outcome, example of a problem, data for each of the problems to be obtained, final instructions and the theme of the problems.

The instructions were written in English because, for some topics, queries in Spanish did not yield satisfactory results. Additionally, after the initial response from the chatbot, an additional request was always made to refine the problems by adding more context, since in most cases the problems lacked sufficient detail to make them engaging.

After receiving the problems generated by ChatGPT, a review process was initiated to ensure the problem statements aligned with the chosen theme, had the required level of detail, matched the provided prompt data, and were free of general errors. Occasionally, certain problems had to be regenerated to include more context or distinguish them from previously generated ones. In some cases, additional information related to the topic was supplied to the chatbot for incorporation into the problem statements. Finally, when preparing the problem sheet to be provided to the students, the necessary modifications were made to enhance and tailor each problem to the context of the theme.

### 3.2.3 Phase III: In-class intervention

The next phase involved implementing the problems in both the test and control groups. Students engaged in two 55-minute sessions, each focused on solving problems. In the first session, they worked on a set of five problems, serving as their initial exposure to the curriculum exercises. The second session involved eight problems to reinforce their learning. In both sessions, students in the test groups were paired or grouped in threes based on their thematic interests, while the control groups were grouped at the teacher's discretion without considering preferences. Afterward, the problems were collectively corrected on the board for the entire group.

### 3.2.4 Phase IV: Post-experience survey and exam

Students were presented with a competency test consisting of theoretical questions (40%) and problems (60%) similar to those encountered in the previous sessions. This assessment method evaluated both their grasp of theoretical concepts and their problem-solving skills, offering a comprehensive measure of their learning progress. After the exam, students completed a survey that included a motivation rating aimed to compare their initial and final motivation levels.

## 3.3 Metrics

To determine if there was a significant difference in motivation before and after the problems of the learning situation covered in this work, both for the groups to whom the problems were personalized and those to whom they were not, the McNemar test was used. This method is widely used to analyze paired or related data, as in this case, where the responses of the same students were compared before and after the intervention.

First, the study collected students' motivation levels through surveys conducted before and after covering the subject matter. The 75th percentile separated highly motivated students from the rest. Thus, four groups emerged: those not highly motivated before or after, those not highly motivated before but highly motivated after ( $b$ ), those highly motivated before but not after ( $c$ ), and those highly motivated both before and after.

A contingency table was constructed from this data to calculate the McNemar test statistic using Equation 1. This statistic allows for evaluating the discrepancy between cases where changes in motivation were observed after the intervention.<sup>22</sup> The result, denoted as  $\chi^2$ , follows a chi-square distribution with one degree of freedom.

$$\chi^2 = \frac{(b - c)^2}{b + c} \quad (1)$$

To determine whether the obtained result is significant, it is compared with the  $\rho$ -value (significance level) with a predefined critical value, in this case,  $\rho = 0.05$ . If the calculated  $\rho$ -value is less than the significance level, the null hypothesis is rejected, and the alternative hypothesis is accepted. In this work, the following hypotheses have been formulated:

- Null Hypothesis (H0): Performing personalized problems based on student interests does not have a significant impact on motivation.
- Alternative Hypothesis (H1): Performing personalized problems based on student interests does have a significant impact on motivation.

The McNemar test and the contingency table were employed for a quantitative analysis of the relationship between motivation before and after the teaching situation, which helps determine significant differences in motivation between the control and test groups, providing statistical support for research conclusions.

Additionally, the Wilcoxon test was used to assess the intervention's impact on student motivation, especially when the data does not follow a normal distribution.<sup>23</sup> The  $\rho$ -value obtained was compared to the predefined critical value of  $\rho = 0.05$  to ascertain the statistical significance of the differences, offering evidence of the intervention's effectiveness.

On the other hand, the Pearson correlation was applied to investigate the relationship between motivation levels and grades obtained in the part of the syllabus with personalized exercises. It measures the strength and direction of the linear relationship between motivation (measured on a scale from 0 to 10) and corresponding grades. This analysis helps assess the correlation between motivation and academic performance.

$$r_{xy} = \frac{\sum_i (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_j (x_j - \bar{x})^2 (y_j - \bar{y})^2}} \quad (2)$$

Where  $x$  and  $y$  represent the variables of interest (motivation levels and grades), and  $\bar{x}$  and  $\bar{y}$  are the means of these variables.

The Pearson correlation assesses the linear relationship between variables but does not imply direct causality. It is important to recognize that academic performance can be influenced by various factors like skill level, study dedication, and contextual aspects. However, the Pearson correlation is a valuable tool for examining the connection between quantitative variables and can provide insights into how motivation may be linked to academic performance in this particular context.

## 4. RESULTS

The results obtained from the surveys conducted by the students, along with the statistical significance analysis of the implementation of personalized problems in the test and control groups are described in this section. Besides, the relationship between the scores on the curriculum evaluation test where the intervention was carried out and student motivation is analyzed.

Firstly, some boxplots are depicted in Figure 2a showing the initial and final motivations of students in both the control and test groups.

The data analysis reveals that the control groups maintained relatively consistent motivation levels from the start to the end of the study (averaging 6.16 to 6.26). In contrast, the test groups had slightly lower initial motivation than the control groups but showed a slight increase in final motivation (averaging 6.09 to 6.58). Notably, the upper quartile, median, and mean of final motivation in the test groups all increased compared to the initial motivation. This suggests that, on the whole, students experienced a boost in motivation after engaging with personalized problems. Specifically, the higher upper quartile value indicates more students achieved higher motivation levels, the increased median suggests half of the students improved their final motivation, and the higher mean shows an overall rise in student motivation after participating in personalized problems.

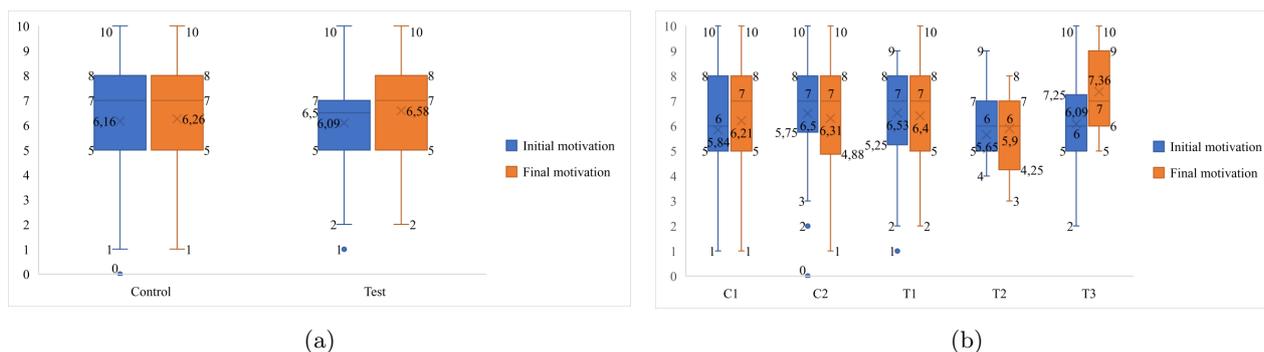


Figure 2: Box-and-whisker plot on: (a) the motivation of control and test groups. (b) the motivation of individualized control and test groups.

Thus, the increase in the upper quartile, median, and mean of final motivation in the test groups suggests that personalized problems based on topics of interest to students had a positive impact on their motivation. These results support the effectiveness of personalization in improving motivation and highlight the relevance of using educational approaches that take into account individual student interests.

Moreover, Figure 2b shows dis-aggregated boxplots representing initial and final motivation for each group. In C1, most students started with a motivation of 5 to 8 and ended up slightly more motivated (from an average level of 5.84 to 6.21). In C2, there are at least two students with low motivation at the beginning, and some show a decrease in motivation after the intervention. In the test groups, T1 shows an initial motivation similar to the final one, and in T2, the initial motivation is similar to the final, but decreases slightly. In T3, all students show a significant improvement in motivation after the intervention.

On the other hand, Table 2 shows the Wilcoxon test statistics ( $W^+$ ) and the  $\rho$ -values. As can be seen, these values confirm the results analyzed from the graphs in Figure 2b, since the T3 group is the only one with a  $\rho$ -value less than the critical value  $\rho = 0.05$ , which rejects the null hypothesis.

Table 2: Wilcoxon test statistic and  $\rho$ -value for control and test groups.

	C1	C2	T1	T2	T3
$W^+$	20.5	38.5	63	67	9
$\rho$	0.2555	0.6185	0.7924	0.6422	0.0035

The significant improvement in the T3 group suggests that personalized intervention can increase student motivation. However, it is crucial to consider other factors that may influence motivation, such as incidents in the T2 group that generated tension and demotivation. These contextual factors should be taken into account when interpreting the results. Furthermore, more data and additional samples from different contexts are needed for a more complete and generalizable assessment of the effects of personalized intervention on student motivation.

As mentioned above, additional statistical analysis was performed using McNemar’s test to assess significant differences in motivation between the control and test groups. A motivation threshold equal to or greater than 8 was established to identify highly motivated students, and these categories were used in the contingency tables for analysis.

Table 3 shows the McNemar test results for the control and test groups. In the control groups, there were 14 highly motivated students before the learning situation, but after completion, it decreased to 13. As for the students without high motivation, there were 23 at the beginning and increased to 24 at the end. In the test groups, before the intervention, there were 13 highly motivated students and 49 without high motivation. After the intervention, the number of highly motivated students increased to 22, and those without high motivation decreased to 40.

After calculating McNemar’s statistic to analyze whether the performance of personalized problems based on student interests has a significant impact on motivation, the results shown in Table 4 were obtained.

Table 3: McNemar’s test for control and test groups (control/test).

Motivation		After		
		Demotivated	Motivated	Total
Before	Demotivated	21/34	2/15	23/49
	Motivated	3/6	11/7	14/13
	Total	24/40	13/22	37/62

Table 4:  $\chi^2$  and  $\rho$ -values of McNemar’s statistical test for control and test groups.

	Control groups	Test groups
$\chi^2$	0.20	3.86
$\rho$	0.6547	0.0495

The results were compared with a critical value of  $\rho = 0.05$  to determine statistical significance. In the control group, the  $\chi^2$  statistic was 0.20 with a  $\rho$ -value of 0.6547, indicating no significant difference in motivation before and after the learning situation in this group. In the test group, the  $\chi^2$  statistic was 3.86 with a  $\rho$ -value of 0.0495, suggesting significant differences in motivation before and after the personalized problem intervention. This indicates that the intervention had a positive and significant impact on student motivation in the test groups compared to the control groups.

Finally, Pearson’s correlation was used as a metric to analyze the relationship between student motivation and the grades obtained in the learning situation of the intervention. Table 5 shows the values of the Pearson correlation coefficients for each of the groups.

Table 5: Pearson’s correlation coefficients for control and test groups.

	C1	C2	T1	T2	T3
Pearson correlation coefficient ( $r$ )	0.12	0.33	0.47	0.13	0.55

In group C1, the correlation is positive but weak (0.12). In group C2, it is positive and moderate (0.33). Among the test groups, the T1 group exhibits a stronger positive correlation (0.47), whereas the T2 group shows a weak correlation (0.13). The T3 group has a positive and strong correlation (0.55). These findings indicate that in most test groups where personalized problems based on student interests were utilized, a positive and significant relationship between motivation and grades exists, suggesting that higher motivation is associated with better performance. However, it is crucial to consider other factors that might influence this relationship and conduct further analysis.

## 5. CONCLUSIONS

The article focused on the use of LLMs, specifically the ChatGPT model, to generate personalized exercises and improve the motivation of Secondary Education students. The results showed that content personalization had a positive impact on student motivation and a positive correlation was observed between motivation and academic performance. The influence of other factors, such as classroom environment and teacher-student dynamics, on the results was recognized. The study has limitations in terms of duration and student sample, therefore, future research considering these aspects is suggested for a more robust understanding of the impact of personalization in education.

This study has significant implications for teaching. Leveraging LLMs for educational content creation offers teachers flexibility and resources to cater to individual student needs, ultimately improving the learning experience and academic achievements. Personalized exercises aligned with students’ interests can boost motivation and engagement, accommodating diverse learning styles. It is important to note that while LLMs can enhance education, they should not replace the teacher’s role entirely. Teachers remain essential for guiding, motivating, and evaluating the content generated by LLMs, which may contain errors. LLMs are a supplementary tool that enriches the teacher’s work, rather than a substitute for human interaction and personalized tutoring.

## REFERENCES

- [1] Brown, T., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J. D., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., et al., “Language models are few-shot learners,” *Advances in neural information processing systems* **33**, 1877–1901 (2020).
- [2] Harrington, S. A., “The ultimate study partner: Using a custom chatbot to optimize student studying during law school,” *Available at SSRN 4457287* (2023).
- [3] Carvalho, I. and Ivanov, S., “Chatgpt for tourism: applications, benefits and risks,” *Tourism Review* (2023).
- [4] Weidinger, L., Mellor, J., Rauh, M., Griffin, C., Uesato, J., Huang, P.-S., Cheng, M., Glaese, M., Balle, B., Kasirzadeh, A., et al., “Ethical and social risks of harm from language models,” *arXiv preprint arXiv:2112.04359* (2021).
- [5] Kasneci, E., Seßler, K., Küchemann, S., Bannert, M., Dementieva, D., Fischer, F., Gasser, U., Groh, G., Günnemann, S., Hüllermeier, E., et al., “Chatgpt for good? on opportunities and challenges of large language models for education,” *Learning and individual differences* **103**, 102274 (2023).
- [6] Reeve, J., “Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive,” *Educational psychologist* **44**(3), 159–175 (2009).
- [7] OpenAI, “GPT-4: OpenAI’s Generative Pretrained Transformer 4.” <https://openai.com/gpt-4> (2023). Accessed: 2nd September 2023.
- [8] Radford, A., Narasimhan, K., Salimans, T., Sutskever, I., et al., “Improving language understanding by generative pre-training,” (2018).
- [9] Lo, C. K., “What is the impact of chatgpt on education? a rapid review of the literature,” *Education Sciences* **13**(4), 410 (2023).
- [10] Rahman, M. M. and Watanobe, Y., “Chatgpt for education and research: Opportunities, threats, and strategies,” *Applied Sciences* **13**(9), 5783 (2023).
- [11] Sok, S. and Heng, K., “Chatgpt for education and research: A review of benefits and risks,” *Available at SSRN 4378735* (2023).
- [12] Opara, E., Theresa, A. M.-E., and Aduke, T. C., “Chatgpt for teaching, learning and research: Prospects and challenges,” (3 2023).
- [13] Milano, S., McGrane, J. A., and Leonelli, S., “Large language models challenge the future of higher education,” *Nature Machine Intelligence* **5**(4), 333–334 (2023).
- [14] Ryan, R. M. and Deci, E. L., “Intrinsic and extrinsic motivations: Classic definitions and new directions,” *Contemporary educational psychology* **25**(1), 54–67 (2000).
- [15] Puentes, A. E., Guerrero Cruz, E., et al., “Factores que intervienen en la motivación durante la adolescencia y su influencia en el ámbito escolar,” (2019).
- [16] Balasso, C., *Distribución de niveles en las clases de inglés, y su relación con la motivación y estrategias de aprendizaje en la educación secundaria.*, PhD thesis, Universidad de Almería (2018).
- [17] Sacaca, L. and Pilco, R., “Habilidades sociales en estudiantes de educación secundaria,” *Revista Estudios Psicológicos* **2**(4), 109–120 (2022).
- [18] Pane, J. F., Steiner, E. D., Baird, M. D., and Hamilton, L. S., “Continued progress: Promising evidence on personalized learning,” *Rand Corporation* (2015).
- [19] Hattie, J., [*Visible learning: A synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*], routledge (2008).
- [20] Macías Sánchez, R., “Metodologías activas de aprendizaje para matemáticas en educación secundaria,” Ice (2019).
- [21] Ruiz, I. R. B., “Revisión documental sobre el fortalecimiento de la competencia lectora mediante el uso de un ambiente virtual de aprendizaje (ava) en estudiantes de educación básica y secundaria,” *Ciencia Latina Revista Científica Multidisciplinar* **6**(5), 2970–2998 (2022).
- [22] McNemar, Q., “Note on the sampling error of the difference between correlated proportions or percentages,” *Psychometrika* **12**(2), 153–157 (1947).
- [23] Wilcoxon, F., “Individual comparisons by ranking methods,” in [*Breakthroughs in Statistics: Methodology and Distribution*], 196–202, Springer (1992).

# Uso de la IA para el análisis de las preferencias de los estudiantes sobre las prácticas docentes

Carmen Álvarez-Álvarez<sup>a</sup>, Samuel Falcón<sup>\*b</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Educación, Facultad de Educación, Universidad de Cantabria, Avd. Los Castros, 52, 39005, Santander, España

<sup>b</sup> Departamento de Educación, Facultad de Ciencias de la Educación, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, C. Sta. Juana de Arco, 1, 35004 Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, España

## RESUMEN

Las prácticas de los docentes influyen en el interés, el compromiso y el rendimiento académico de los estudiantes. En este estudio se utiliza la inteligencia artificial (IA) para examinar las preferencias de los estudiantes sobre las distintas prácticas docentes universitarias. Para ello, formulamos preguntas abiertas a estudiantes de diversas especialidades sobre las mejores prácticas docentes que habían experimentado. Debido a la gran cantidad de datos obtenidos, utilizamos el modelo de lenguaje Generative Pretrained Transformer-3 (GPT-3) para analizar las respuestas. Con este modelo, clasificamos las respuestas de los estudiantes en nueve categorías basadas en la teoría sobre las prácticas docentes. Tras analizar la fiabilidad de las clasificaciones realizadas por GPT-3, comprobamos que el acuerdo entre humanos era similar al observado entre humanos y el modelo de IA, lo que respaldaba su fiabilidad. En cuanto a las preferencias de los estudiantes por las prácticas docentes, los resultados mostraron que los estudiantes prefieren las prácticas que se centran en (1) la claridad y (2) la interacción y las relaciones. Estos resultados muestran la utilidad de las herramientas basadas en IA para facilitar el análisis de grandes cantidades de información recopilada mediante métodos abiertos. A nivel didáctico, se han podido comprobar las preferencias de los alumnos y su demanda de prácticas de enseñanza claras (en las que las ideas y las actividades se expongan y muestren sin ambigüedades) y basadas en la interacción y las relaciones (entre profesores y alumnos y entre los propios alumnos).

**Palabras clave:** Prácticas docentes, IA, GPT, LLM.

## 1. INTRODUCCIÓN

Las prácticas docentes universitarias suponen un área de interés en educación<sup>1,2</sup>. Estas prácticas juegan un papel importante en la estimulación del interés, compromiso, aprendizaje y rendimiento académico de los estudiantes<sup>3</sup>. En la actualidad se está produciendo un cambio de paradigma en la enseñanza universitaria; las prácticas de enseñanza expositivas están siendo cuestionadas y reemplazadas gradualmente por metodologías activas y prácticas de simulación profesional interactivas, entre otras<sup>4,5</sup>. Sin embargo, es necesario entender las preferencias de los estudiantes por estas prácticas ya que estas impactan en el compromiso emocional y en el rendimiento de los estudiantes<sup>6</sup>.

La manera tradicional de evaluar las preferencias de los estudiantes por las prácticas docentes ha sido a través de preguntas abiertas<sup>7</sup>. Sin embargo, este método implica una codificación manual de los datos, lo que muchas veces impide trabajar con un gran tamaño muestral<sup>8</sup>. Actualmente, estos problemas pueden superarse gracias a los avances en el campo de la inteligencia artificial (IA), que facilitan la realización de este tipo de tareas<sup>9</sup>. Por ejemplo, la utilización de un gran modelo de lenguaje preentrenado (LLM) puede permitir analizar de manera precisa y eficiente grandes cantidades de texto. Esto, a su vez, permite a los investigadores obtener una comprensión más profunda del tema de estudio y así obtener conclusiones más significativas<sup>10</sup>.

Por lo tanto, los objetivos de este estudio son (1) evaluar las preferencias de los estudiantes universitarios sobre las prácticas de enseñanza de sus profesores a través de preguntas abiertas y (2) codificar la información utilizando una herramienta basada en IA. De esta manera, se podrá evaluar si la herramienta es suficientemente confiable para analizar los datos recopilados a través de preguntas abiertas. Además, este método permitirá

\* [samuel.falcon@ulpgc.es](mailto:samuel.falcon@ulpgc.es), +34 663799126

identificar qué prácticas de enseñanza son las preferidas por los estudiantes universitarios, lo cual podría ayudar a los investigadores y a los docentes a tener en cuenta estos aspectos al diseñar programas de enseñanza.

### **1.1 Preferencias de los estudiantes por las prácticas docentes**

Estudios previos han puesto de manifiesto la necesidad de una comunicación académica que fomente la participación emocional de los estudiantes universitarios a través de las prácticas docentes de sus profesores<sup>11-13</sup>. Varios estudios abogan por reducir las clases expositivas para grandes grupos y aplicar metodologías activas<sup>4,14-16</sup>. Sin embargo, hasta la fecha, se ha hablado poco acerca de las preferencias de los estudiantes dentro de estas metodologías. Es necesario evaluar cómo los estudiantes experimentan sus clases universitarias, cómo valoran sus experiencias de aprendizaje activo y qué preferencias tienen al respecto para maximizar su compromiso emocional con el material de estudio y garantizar su éxito<sup>17,18</sup>.

Investigaciones previas sobre las preferencias de los estudiantes se han centrado principalmente en áreas de conocimiento específicas o prácticas docentes específicas, pero falta una comprensión global de las prácticas de enseñanza preferidas en general<sup>19</sup>. Además, a la hora de estudiar las prácticas docentes se observa un problema importante: la existencia de diferentes nombres para constructos similares y nombres similares para diferentes constructos<sup>20,21</sup>. Para evitar este problema, en este estudio se han utilizado las categorías identificadas en una revisión sistemática reciente sobre las prácticas docentes universitarias (Tabla 1)<sup>6</sup>. Estas son: (1) claridad, (2) investigación, (3) aplicación, (4) experiencia, (5) desafíos, (6) importancia, (7) interacción y relaciones, (8) consolidación y (9) autorregulación. Al utilizar estas categorías, se puede clasificar la información de las respuestas de los estudiantes a preguntas abiertas de una manera que puede ser fácilmente comprendida tanto por profesores como por estudiantes. De esta forma, podría ser más sencillo integrar las prácticas preferidas de los estudiantes en el desempeño profesional de los profesores.

### **1.2 Análisis de textos con inteligencia artificial**

Las preferencias de los estudiantes universitarios por las prácticas docentes han sido estudiadas tanto de forma cuantitativa (cuestionarios) como cualitativa (métodos de recogida abiertos). Sin embargo, las técnicas cualitativas a menudo se ven limitadas en términos de tamaño de muestra y tiempo de procesamiento de datos<sup>7,8,22</sup>. Por otro lado, las técnicas cuantitativas utilizadas para grandes muestras dependen en gran medida de cuestionarios o escalas estandarizadas que dejan información fuera<sup>12,23</sup>.

Los últimos avances en la IA han simplificado la solución de problemas que implican el procesamiento de grandes cantidades de datos. Por ejemplo, en el campo de la educación se ha demostrado la utilidad de las herramientas de análisis de texto basadas en IA para estudiar las evaluaciones de los estudiantes sobre MOOCs y sobre profesores<sup>24-26</sup>. Sin embargo, la reciente revolución de los transformers<sup>27</sup> ha abierto una puerta a un análisis más detallado de las respuestas a preguntas abiertas. Modelos como GPT-3, que comprenden y generan texto de alta calidad, han demostrado su capacidad para comprender instrucciones escritas en lenguaje natural y su flexibilidad para realizar tareas para las cuales no fueron específicamente entrenados, como clasificación, análisis de sentimientos, programación y resumen de textos<sup>28,29</sup>. Estos modelos podrían superar muchos de los problemas asociados con la codificación y el análisis de grandes cantidades de información recogida a través de métodos abiertos<sup>30</sup>.

### **1.3 Este estudio**

En este estudio se persiguen dos objetivos interrelacionados: por un lado, evaluar las preferencias de los estudiantes universitarios sobre las prácticas docentes de sus profesores a través de una pregunta abierta; y por otro lado, estudiar si es posible analizar y codificar de manera fiable las respuestas a esa pregunta abierta utilizando el modelo de lenguaje preentrenado GPT-3. Para ello, primero se evaluó la fiabilidad de la codificación realizada por GPT-3 en una submuestra de respuestas y luego, tras comprobar que esta fiabilidad era satisfactoria, se utilizó este modelo para analizar el resto de las respuestas y así identificar las prácticas docentes más satisfactorias según los estudiantes. Los resultados sobre las preferencias estudiantiles podrían orientar el cambio metodológico en la docencia universitaria. Además, la capacidad demostrada por la herramienta de IA para codificar respuestas abiertas masivamente abre posibilidades para investigaciones educativas cualitativas más amplias.

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Participantes

Los participantes fueron estudiantes de diferentes grados y másteres de 90 clases (42 en el primer semestre y 48 en el segundo semestre) de la Universidad de Cantabria. El número total de participantes fue de 1081 (601 mujeres y 480 hombres).

### 2.2 Procedimiento

Se informó tanto a los profesores como a los estudiantes acerca de los objetivos del estudio, y luego se visitó cada clase para que los estudiantes pudieran completar los cuestionarios. Los estudiantes completaron los cuestionarios en el aula bajo la supervisión del profesor y los investigadores. Estos cuestionarios consistieron en varias escalas, pero en este estudio solo se consideró la pregunta abierta sobre las prácticas docentes preferidas. Los datos se trataron de manera ética y de acuerdo con las directrices de la investigación universitaria académica, que estipulan la confidencialidad y la objetividad.

### 2.3 Instrumentos

#### 2.3.1 Prácticas docentes

Siguiendo los pasos de estudios previos en los que se formulan preguntas abiertas específicas y luego se analizan las respuestas utilizando IA <sup>31</sup>, se evaluaron las prácticas docentes desde el punto de vista del estudiante a través de la siguiente pregunta abierta: *“Comenta y explica con tus propias palabras la mejor práctica que has visto en esta clase y explica por qué crees que es buena con tanto detalle como puedas para que otros profesores puedan imitarla”*.

Para codificar la información recogida mediante la pregunta abierta, se utilizó el sistema de clasificación de prácticas docentes desarrollado por Smith y Baik <sup>6</sup> en su revisión sistemática. Este sistema consta de 9 categorías de prácticas docentes, a las que se añadió la categoría extra “ninguna”, para clasificar las respuestas de los estudiantes que indicaban que no hubo buenas prácticas docentes. La rúbrica resultante se detalla en la Tabla 1.

Tabla 1. Rúbrica utilizada para clasificar las prácticas docentes. Adaptado de Smith y Baik <sup>6</sup>.

Código	Nombre	Características	Definición
1	Claridad	Estructura de las representaciones del contenido, Alineación, Experiencia, Relación	Hacer que la estructura del conocimiento y la progresión del aprendizaje sean claras para los estudiantes. Hay tres niveles: (a) Diseño del plan de estudios: objetivos claros y alineación entre los objetivos, las actividades y las evaluaciones; organización clara de los temas dentro de una asignatura (“estructura de los contenidos disciplinarios”), (b) Diseño de las clases: planificación y organización claras de los contenidos y las actividades, (c) Impartición: explicaciones claras y estructuración de los contenidos por parte de los expertos.
2	Investigación	Aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en casos, aprendizaje activo, aprendizaje basado en la investigación	Utilización de enfoques/métodos cuyo objetivo es fomentar el cuestionamiento, la resolución de problemas, la investigación y la comprobación. A veces se denomina “aprendizaje basado en la investigación” o “aprendizaje activo”. Algunos ejemplos de enfoques pedagógicos comunes son el aprendizaje basado en problemas o en casos.
3	Aplicación	Aprendizaje activo, aplicación de conocimientos, aula invertida,	Implicar a los alumnos en ejercicios/actividades para aplicar los conocimientos y aumentar la comprensión.

		aprendizaje basado en problemas, aprendizaje basado en casos	
4	Experiencia	Aprendizaje activo, aprendizaje basado en problemas, riqueza episódica	Un tipo particular de aplicación que consiste en el aprendizaje práctico y experimental, a veces denominado “aprendizaje auténtico” o práctica del “mundo real”.
5	Desafíos	Estimular el interés, aprendizaje basado en la investigación	Estimular el interés y fomentar un compromiso cognitivo profundo. A veces se menciona en relación con el “aprendizaje basado en la investigación” y el aprendizaje basado en problemas.
6	Importancia	Valor (para los estudiantes), Riqueza episódica, Estimular el interés	Ayudar a los estudiantes a ver el valor/propósito de lo que están aprendiendo. Hay dos niveles: (1) Enfoques pedagógicos: aprendizaje experimental, aprendizaje basado en problemas o casos. (2) La forma en que el profesor imparte la enseñanza: por ejemplo, utilizando ejemplos auténticos de ideas o construcciones disciplinarias para los alumnos.
7	Interacción y relaciones	Aprendizaje colaborativo, Interacción/diálogo, Relación alumno-profesor, Evaluación colaborativa, Tutoría entre compañeros	Permitir y facilitar la interacción y el aprendizaje entre compañeros en un contexto social; Fomentar la interacción positiva entre alumnos y profesores.
8	Consolidación	Práctica de examen, práctica de recuperación, Estructura de las representaciones del contenido; relaciones entre las ideas	Proporcionar tipos adecuados de práctica de recuperación y repaso, en los que el material a aprender se “recupera” durante las sesiones de estudio posteriores a la primera sesión en la que se aprende el material. Consolidar la comprensión y corregir los conceptos erróneos.
9	Autorregulación	Entrenamiento metacognitivo, Modelización, Conciencia del aprendizaje/progreso, Aprendizaje independiente	Facilitar a los estudiantes la autoevaluación, la gestión de su propio aprendizaje (por ejemplo, la planificación, la organización, el seguimiento, las medidas correctoras, la revisión), el aprendizaje de la forma de aprender y la reflexión sobre cómo llegan a aprender.
0	Ninguna	No hubo ninguna práctica docente preferida	

### 2.3.2 GPT-3

Se empleó el modelo GPT-3<sup>32</sup> para codificar un 10% aleatorio del total de las respuestas a la pregunta abierta. Específicamente, se utilizó text-davinci-002, con una temperatura ajustada a 0.1 y un Top P ajustado a 1. Las instrucciones para el modelo incluyeron la frase “Clasifica los comentarios en una de las siguientes categorías:”, seguida de las categorías definidas en la rúbrica (Tabla 1).

### 2.4 Análisis de datos

Para evaluar la fiabilidad de la codificación realizada con GPT-3, dos investigadores codificaron independientemente un 10% aleatorio de la muestra total, siguiendo el procedimiento llevado a cabo por otros investigadores en estudios similares<sup>33</sup>. Tanto GPT-3 como los investigadores clasificaron cada respuesta en una única categoría de prácticas docentes, según la rúbrica de la Tabla 1. La fiabilidad se calculó como el porcentaje de acuerdo utilizando la herramienta ReCal3<sup>34</sup>. Tras comprobar la fiabilidad de la codificación, se utilizó GPT-3 para clasificar el resto de las respuestas a la pregunta abierta. Por último, se realizó un análisis descriptivo de los resultados utilizando JASP 0.16.2<sup>35</sup>.

## 3. RESULTADOS

### 3.1 Fiabilidad de la codificación

Se obtuvo un porcentaje de acuerdo global de 89.07%, bastante satisfactorio<sup>36</sup>. Para las diferentes categorías, este porcentaje de acuerdo global varió de forma individual desde un 64.81%, para la categoría “Interacción y relaciones” hasta un 97.53%, para la categoría “Importancia” (Tabla 2).

Tabla 2. Porcentaje de acuerdo en la codificación del 10% de la muestra total.

Código de la categoría de prácticas docentes											
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	M
Porcentaje de acuerdo global	96.91	84.57	90.12	86.42	88.27	96.30	97.53	64.81	91.98	93.83	89.07
GPT-3 e investigador 1	95.37	80.56	86.11	82.41	85.19	94.44	96.30	62.96	92.59	92.59	86.85
GPT-3 e investigador 2	99.07	83.33	89.81	85.19	90.74	100.00	98.15	65.74	92.59	93.52	89.81
Investigador 1 e investigador 2	96.30	89.81	94.44	91.67	88.89	94.44	98.15	65.74	90.74	95.37	90.56
Nota. M= Media. Los códigos corresponden a las siguientes categorías: 0 = ninguna; 1 = Claridad; 2 = Investigación; 3 = Aplicación; 4 = Experiencia; 5 = Desafíos; 6 = Importancia; 7 = Interacción y relaciones; 8 = Consolidación; 9 = Autorregulación.											

### 3.2 Análisis descriptivo

A continuación, se presenta la frecuencia de cada categoría en la que fueron clasificadas las respuestas de acuerdo con la rúbrica (Tabla 3).

Tabla 3. Frecuencia de cada categoría de prácticas docentes.

Categoría de prácticas docentes	Frecuencia	Porcentaje
Ninguna	25	2.31
Claridad	312	28.86
Investigación	115	10.64
Aplicación	142	13.14
Experiencia	77	7.12
Desafíos	10	0.93
Importancia	7	0.65
Interacción y relaciones	330	30.53
Consolidación	26	2.40
Autorregulación	37	3.42
Total	1081	100.00

Se puede observar que hay dos categorías de prácticas docentes que sobresalen más que el resto, “Interacción y relaciones” y “Claridad”, en las que se clasificaron el 30.53% y el 28.86% de las respuestas, respectivamente. Las siguientes categorías más numerosas en las que se clasificaron las respuestas fueron “Aplicación”, con un 13.14%, “Investigación”, con un 10.64%, “Experiencia”, con un 7.12%, “Autorregulación”, con un 3.42%, “Consolidación”, con un 2.40%, y “Ninguna” con un 2.31%. Finalmente, casi de forma residual, se encuentran las categorías “Desafíos” e “Importancia”, con un 0.93% y un 0.65% respectivamente.

#### 4. CONCLUSIÓN

El objetivo del presente estudio fue identificar las prácticas docentes desarrolladas por el profesorado universitario que más satisfacen a los estudiantes. Para ello, se visitaron numerosas clases en diferentes ámbitos universitarios y se le realizó al alumnado una pregunta abierta sobre cuál fue su práctica docente preferida. Las respuestas resultantes fueron clasificadas en base a diez categorías de prácticas docentes universitarias de forma automática mediante el uso de GPT-3, un modelo basado en inteligencia artificial.

Antes de comenzar a discutir los resultados obtenidos en la clasificación de las prácticas docentes preferidas por los alumnos, es necesario comentar los resultados de fiabilidad de la codificación llevada a cabo por el modelo de IA. Tal y como nombraban Qiu et al<sup>30</sup>, uno de los retos pendientes tras la reciente aparición de los grandes modelos de lenguaje es utilizarlos para ejecutar tareas como la codificación de grandes cantidades de información, para después estudiar su fiabilidad. Lo llamativo de los resultados de la fiabilidad obtenidos no es la diferencia entre los porcentajes de acuerdo para cada categoría, sino que el porcentaje de acuerdo entre los humanos resultó ser muy similar al que se encuentra entre humanos y la IA, incluso en la categoría con menor porcentaje de acuerdo. El porcentaje de acuerdo medio entre los investigadores 1 y 2 fue de un 90.56%, no muy alejado del 89.81% entre el investigador 2 y GPT-3 o del 86.85% entre el investigador 1 y GPT-3. Esto contribuye a poner de manifiesto la utilidad de estos modelos en la codificación de grandes cantidades de información. El producto fruto de este análisis abre la puerta a la utilización de modelos basados en IA para la codificación y análisis de datos en otras investigaciones de corte cualitativo. De esta forma, se podrá contar con muestras mayores y acortar los tiempos de análisis sin perder la riqueza de la información obtenida a través de métodos de recogida abiertos, que muchas veces permiten al investigador llegar a conclusiones más elaboradas<sup>10</sup>.

Sin embargo, según un informe llevado a cabo por la sección educativa de la UNESCO<sup>37</sup>, el uso de la IA en la investigación educativa lleva asociado una serie de desafíos que los investigadores deben tener en cuenta a la hora de trabajar con ella. Entre ellos, se encuentra la creación de modelos inclusivos, que no estén sesgados

debido a un entrenamiento de los modelos con bases de datos inadecuadas. En este estudio, esta dimensión no es tenida en cuenta, pero en futuros estudios es necesario que se compruebe la existencia de posibles sesgos en la utilización de modelos basados en IA. Además, otro de los retos planteados por la UNESCO consiste en aumentar el uso de IA en la investigación educativa, por lo que en las próximas investigaciones se seguirán empleando este tipo de modelos para seguir explorando las ventajas de esta metodología y acercarla al resto de investigadores.

Asimismo, este estudio tiene implicaciones en la práctica docente universitaria, dejando constancia del interés que despiertan las metodologías activas<sup>19,23</sup>. Las preferencias de los estudiantes dejan ver con nitidez la importancia de las prácticas centradas en la (1) claridad y (2) la interacción y las relaciones. Los estudiantes demandan prácticas docentes claras: en las que las ideas y actividades se planteen y se muestren sin ambigüedad, con orden, diseño y planificación. Asimismo, defienden el empleo de prácticas basadas en la interacción y relaciones (entre profesorado y estudiantes y entre los propios estudiantes) para compartir sus inquietudes y dudas y tener apoyo emocional en sus procesos de aprendizaje en las aulas universitarias.

Los docentes universitarios que deseen encajar en las expectativas preferenciales de los estudiantes y lograr un mayor enganche en sus experiencias didácticas deben replantearse claramente ambos aspectos: ¿Los contenidos se muestran claramente y sin ambigüedad y las clases están organizadas y secuenciadas de forma clara para los estudiantes? ¿Se promueven en clase actividades en grupo y la comunicación forma parte del discurso didáctico habitual entre profesorado y estudiantes?

Además, el profesorado universitario, debe plantearse cómo aborda las otras siete dimensiones, ya que también reciben positivas valoraciones, en especial, prácticas de “aplicación” e “investigación”, que pueden desarrollarse a través de aprendizaje basado en problemas, casos, proyectos, etc., para desarrollar competencias profesionales ligadas a procesos formales de toma de decisiones.

El gran potencial de este estudio es la visión global alcanzada respecto a las preferencias de los estudiantes, ya que no se contaba con estudios previos al respecto. Sin embargo, esta visión global ha impedido, lo que constituye a su vez una limitación, analizar los resultados por ámbitos de conocimiento o por género o edad de los estudiantes tratando de identificar semejanzas o diferencias entre los testimonios. En futuros estudios globales, será conveniente realizar estudios más completos identificando tendencias por cohortes en las preferencias estudiantiles.

La investigación didáctica sobre las buenas prácticas universitarias y las preferencias estudiantiles es un ámbito central y de gran interés en la universidad: la mejora de la calidad docente<sup>12,17,18</sup>. Aprender a planificar y desarrollar mejor las clases ha sido y será un reto profesional para los docentes universitarios y este estudio ha contribuido a identificar y ordenar las preferencias estudiantiles señalando la importancia de la claridad y la interacción.

## REFERENCIAS

- [1] Harbour, K. E., Evanovich, L. L., Sweigart, C. A. y Hughes, L. E., “A brief review of effective teaching practices that maximize student engagement,” *Preventing School Failure* **59**(1), 5–13 (2015).
- [2] Slavin, R. E. y Lake, C., “Effective programs in elementary mathematics: A best-evidence synthesis,” *Rev Educ Res* **78**(3), 427–515 (2008).
- [3] Vercellotti, M. Lou., “Do interactive learning spaces increase student achievement? A comparison of classroom context,” *Active Learning in Higher Education* **19**(3), 197–210 (2018).
- [4] Carr, R., Palmer, S. y Hagel, P., “Active learning: The importance of developing a comprehensive measure,” *Active Learning in Higher Education* **16**(3), 173–186 (2015).
- [5] Roberts, D., “Higher education lectures: From passive to active learning via imagery?,” *Active Learning in Higher Education* **20**(1), 63–77 (2019).
- [6] Smith, C. D. y Baik, C., “High-impact teaching practices in higher education: a best evidence review,” *Studies in Higher Education* **46**(8), 1696–1713 (2021).
- [7] Hills, C., Levett-Jones, T., Warren-Forward, H. y Lapkin, S., “Teaching and learning preferences of ‘Generation Y’ occupational therapy students in practice education,” *Int J Ther Rehabil* **23**(8), 371–379 (2016).

- [8] Rahman, M. S., “The Advantages and Disadvantages of Using Qualitative and Quantitative Approaches and Methods in Language ‘Testing and Assessment’ Research: A Literature Review,” *Journal of Education and Learning* **6**(1), 102 (2016).
- [9] Hirschberg, J. y Manning, C. D., “Advances in natural language processing,” *Science* (1979) **349**(6245), 261–266 (2015).
- [10] Johnson, R. B. y Onwuegbuzie, A. J., “Toward a Definition of Mixed Methods Research,” *J Mix Methods Res* **1**(2), 112–133 (2007).
- [11] Chalmers, C., Mowat, E. y Chapman, M., “Marking and providing feedback face-to-face: Staff and student perspectives,” *Active Learning in Higher Education* **19**(1), 35–45 (2018).
- [12] Könings, K. D., Brand-Gruwel, S. y van Merriënboer, J. J. G., “The match between students’ lesson perceptions and preferences: Relations with student characteristics and the importance of motivation,” *Educational Research* **53**(4), 439–457 (2011).
- [13] Tronchoni, H., Izquierdo, C. y Anguera, M. T., “Regulación de la interacción participativa en clases universitarias expositivas. Propuesta formativa co-constructiva basada en la metodología observacional como estrategia mixed methods,” *Publicaciones* **52**(2), 89–110 (2021).
- [14] Hardman, J., “Tutor–student interaction in seminar teaching: Implications for professional development,” *Active Learning in Higher Education* **17**(1), 63–76 (2016).
- [15] Moliní Fernández, F. y Sánchez-González, D., “Fomentar la participación en clase de los estudiantes universitarios y evaluarla,” *REDU. Revista de Docencia Universitaria* **17**(1), 211 (2019).
- [16] Steen-Utheim, A. y Wittek, A. L., “Dialogic feedback and potentialities for student learning,” *Learn Cult Soc Interact* **15**(December 2016), 18–30 (2017).
- [17] Alegre, O. M. y Villar, L. M., “Indicadores y control estadístico para el seguimiento y evaluación de preferencias de aprendizaje de estudiantes universitarios,” *Revista de Educación a Distancia (RED)*(55) (2017).
- [18] Slater, D. R. y Davies, R., “Student Preferences for Learning Resources on a Land-based Postgraduate Online Degree Programme,” *Online Learning Journal* **24**(1), 140–161 (2020).
- [19] Opdecam, E., Everaert, P., Van Keer, H. y Buysschaert, F., “Preferences for team learning and lecture-based learning among first-year undergraduate accounting students,” *Res High Educ* **55**(4), 400–432 (2014).
- [20] Marsh, H. W., “Sport motivation orientations: Beware of jingle-jangle fallacies,” *J Sport Exerc Psychol* **16**(4), 365–380 (1994).
- [21] Marsh, H. W., Craven, R. G., Hinkley, J. W. y Debus, R. L., “Evaluation of the Big-Two-Factor theory of academic motivation orientations: An evaluation of jingle-jangle fallacies,” *Multivariate Behav Res* **38**(2), 189–224 (2003).
- [22] Aridah, A., Atmowardoyo, H. y Salija, K., “Teacher Practices and Students’ Preferences for Written Corrective Feedback and Their Implications on Writing Instruction,” *Int J Engl Linguist* **7**(1), 112 (2017).
- [23] Minhas, P. S., Ghosh, A. y Swanzy, L., “The effects of passive and active learning on student preference and performance in an undergraduate basic science course,” *Anat Sci Educ* **5**(4), 200–207 (2012).
- [24] Rani, S. y Kumar, P., “A Sentiment Analysis System to Improve Teaching and Learning,” *Advances in Learning Technologies*, 36–43 (2017).
- [25] Geng, S., Niu, B., Feng, Y. y Huang, M., “Understanding the focal points and sentiment of learners in MOOC reviews: A machine learning and SC-LIWC-based approach,” *British Journal of Educational Technology* **51**(5), 1785–1803 (2020).
- [26] Zhou, J., min Ye, J. y Ye, J. min., “Sentiment analysis in education research: a review of journal publications,” *Interactive Learning Environments* **0**(0), 1–13 (2020).
- [27] Vaswani, A., Shazeer, N., Parmar, N., Uszkoreit Jakob y Jones, L., Gomez, A. N., Kaiser, L. y Polosukhin, I., “Attention Is All You Need,” *Advances in Neural Information Processing Systems 30 (NIPS 2017)* **30**, I. Guyon, U. V Luxburg, S. Bengio, H. Wallach, R. Fergus, S. Vishwanathan, and R. Garnett, Eds. (2017).
- [28] Floridi, L. y Chiriatti, M., “GPT-3: Its Nature, Scope, Limits, and Consequences,” *Minds Mach (Dordr)* **30**(4), 681–694 (2020).
- [29] OpenAI., “Examples - OpenAI API,” <https://beta.openai.com/examples>, 22 June 2022.
- [30] Qiu, X. P., Sun, T. X., Xu, Y. G., Shao, Y. F., Dai, N. y Huang, X. J., “Pre-trained models for natural language processing: A survey,” *Sci China Technol Sci* **63**(10), 1872–1897 (2020).

- [31] Hynninen, T., Knutas, A., Hujala, M. y Arminen, H., “Distinguishing the themes emerging from masses of open student feedback,” 2019 42nd International Convention on Information and Communication Technology, Electronics and Microelectronics, MIPRO 2019 - Proceedings, 557–561, Croatian Society MIPRO (2019).
- [32] Brown, T. B., Mann, B., Ryder, N., Subbiah, M., Kaplan, J., Dhariwal, P., Neelakantan, A., Shyam, P., Sastry, G., Askell, A., Agarwal, S., Herbert-Voss, A., Krueger, G., Henighan, T., Child, R., Ramesh, A., Ziegler, D. M., Wu, J., Winter, C., et al., “Language models are few-shot learners,” *Adv Neural Inf Process Syst* **2020-Decem** (2020).
- [33] Russ, R. S., “Characterizing teacher attention to student thinking: A role for epistemological messages,” *J Res Sci Teach* **55**(1), 94–120 (2018).
- [34] Freelon, D. G., “ReCal: Intercoder Reliability Calculation as a Web Service,” *International Journal of Internet Science*(1), 20–33 (2010).
- [35] JASP Team., “JASP (Version 0.16.2)” (2022).
- [36] O’Connor, C. y Joffe, H., “Intercoder Reliability in Qualitative Research: Debates and Practical Guidelines,” *Int J Qual Methods* **19** (2020).
- [37] UNESCO Education Sector., “Artificial Intelligence in Education: Challenges and Opportunities for Sustainable Development” (2019).



# Extension of an online self-assessment Apps Portal for the use of selected Moodle e-assessments

T. Kutzner<sup>\*a</sup>, E. Kostova<sup>b</sup>, A. Freytag<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Dept. of Economics, Computer Science and Law, TH Wildau, 15745 Wildau, Hochschulring 1, Brandenburg, Germany; <sup>b</sup>AKTIF Technology Inc., Töpferstraße 9, 01968 Senftenberg, Germany, BTU Cottbus-Senftenberg, 01968 Senftenberg, Universitätsplatz 1, Brandenburg, Germany;

<sup>c</sup>Institute of Medical Technology, BTU Cottbus-Senftenberg, 01968 Senftenberg, Universitätsplatz 1, Brandenburg, Germany

\*tobias.kutzner@th-wildau.de; phone: +49 3375508609; www.th-wildau.de

## ABSTRACT

In the rapidly evolving digitalization in education, learning management systems (LMS) have become an integral tool for educators. Leveraging this trend, this paper presents the evolution of a self-assessment application portal originally inspired by the didactic concept of a school mathematics app, which enables educators to effortlessly create interdisciplinary learning apps without having any programming knowledge. Building on this earlier work, this research explores the use of LMSs in different higher education institutions, with a particular focus on Moodle, and explores the question types and text editors used to apply them for self-assessment purposes. An important aspect of our research focuses on the seamless transfer of selected self-assessment questions from Moodle into the customised Apps Portal further developed in this academic work. The effectiveness of text editors as tools for the creation of self-assessment content is explored, with a particular focus on science, technology, engineering and mathematics (STEM). Finally, the results of the self-assessment application portal and its potential perspectives are presented.

**Keywords:** higher education, self-assessments, LMS Moodle, plugins, text editors, XML

## 1. INTRODUCTION

Based on the successful development of mathematics and physics apps for undergraduate studies at universities, the need for additional support for self-study has become apparent, especially with the increase in online learning due to the COVID 19 pandemic [1]. Furthermore, the global e-learning market is expected to grow at a compound annual rate of 17.54% between 2022 and 2030. The COVID-19 pandemic has accelerated the growth of e-learning, and many educational institutions and companies are now looking for innovative ways to offer online training [2]. Thus, the idea of creating a portal for the automatic generation of universal learning apps, that enable teachers to offer structured and controlled self-learning materials for different subjects, was born. After the initial development of the Apps Portal, an eBusiness application was created to serve as a test case for the portal's capabilities and functionalities. Due to the thorough testing of the app creation process and the resulting eBusiness app, new opportunities for optimization and improvement have emerged, driven by the invaluable feedback obtained from lecturers and students who participated in the testing of both the portal and the eBusiness app [1].

While the concept of a portal for creating self-learning tasks without programming knowledge is not entirely new, existing portals such as Quizlet, Kahoot or Quizizz allow for a wide use of user-generated content without strict verification of content accuracy. These portals are primarily used in the context of lectures and most of their content is only accessible via passwords or QR codes, which limits wider access [3][4][5]. In contrast, the approach of this work differs significantly: we offer compact, self-contained learning modules built according to a repetitive didactic model, taking inspiration from the successful model of the mathematics app at the Brandenburg Technical University (BTU) Cottbus-Senftenberg and applying it to different subject areas. The portal provides educators with a precise framework, limits the scope of the tasks to obtain manageable learning units and, on the other hand, at the same time enables students to delve deeper into a specific topic. LMSs such as Moodle, Blackboard or Canvas are becoming increasingly popular in educational institutions as they provide a central portal for managing, organising and delivering course materials. One of the most important features of

Moodle is the ability to create quizzes that can be used for student assessment [6]. However, the challenge is to find an effective way to use them to enhance the student learning experience. For this reason, the integration of existing Moodle assessments was one of the main goals in optimising the Apps Portal. In this way, the range of pedagogical self-assessment materials will be expanded, and teachers and learners will have access to a wider range of quality content for enriching learning experiences. The tasks do not have to be created from scratch but can be used both in the LMS and in the Apps Portal as a reassembled assessment, saving work and time and making additional material available to students for in-depth learning.

## 2. CROSS-UNIVERSITY SURVEY ON THE EVALUATION SYSTEM

At the inception of this scientific undertaking, questionnaires were distributed among two German universities to gather essential information for shaping the development of the Apps Portal. These questionnaires focused on aspects such as university preferences for LMS, the use of additional systems for examinations, and the degree of dissemination of specific question types. Furthermore, inquiries were conducted to discover the prevalent text editors used by these institutions, particularly in the context of the future creation of applications with mathematical notations. The knowledge and insights acquired through these surveys laid the groundwork for ongoing improvements and enhancements to the Apps Portal. By leveraging the information gathered, we gained a clearer understanding of how to create the algorithm, that should enable the efficient migration of the frequently used questions while harnessing the benefits of the previously developed method for creating self-assessments applications, which will be mentioned in the next chapter. The following table summarizes the evaluation of the survey among the selected universities on the use of questions in the various learning management and e-examination systems (see Table 1).

Table 1. Research results among the universities

Universities	BTU Cottbus-Senftenberg	TH Wildau
Questions	Answers	Answers
1. Moodle version	Version 4.1	Version 4.1
2. Which system(s) do you mainly use for digital exams at your university and currently in which version?	Moodle LPLUS	Moodle Questionmark Perception
3. Which question types are most commonly used in your LMS or exam system(s)?	Short answer Multiple-choice and true or false Numerical Cloze	Numerical Multianswer and multiple-choice True or false Short answer
4. How many questions (of the most commonly used question types) are currently available in your systems?	Sort answer 89696 Multiple-choice and true or false 79012 Numerical 41983 Cloze 22128	Numerical 965223 Multianswer and multiple-choice 193558 True or false 11673 Short answer 9804

Universities	BTU Cottbus-Senftenberg	TH Wildau
Questions	Answers	Answers
5. What exchange format, in what version, does your LMS or exam system use to store or transfer questions from one system to the other? (e.g. QTI version 1.2)	LPX (LPLUS) XLS (Moodle) XML (Moodle) Blackboard (Moodle) GIFT-Format (Moodle)	QML (Questionmark Perception) XML (Moodle) Aiken (Moodle) GIFT-Format (Moodle)
6. Are additional tools used for this purpose? (e.g., to customize formats) If yes, which ones?	No	No
7. Total number of questions in the Moodle database.	263957	1198853
8. Which is the standard text editor that is used in the Moodle LMS?	Atto Text Editor	TinyMCE Text Editor

For the survey, two queries in Structured Query Language (SQL) were sent to the e-learning platform's administrator at each university to ascertain the precise number of questions. The first SQL database query was formulated as follows: "SELECT qtype, Count() as number\_questions FROM mdl\_question GROUP BY qtype ORDER BY number\_questions DESC;". The query was used to categorise and count the questions by type. To determine the total number of questions in the database, a second SQL database query was formulated: "SELECT Count() as number\_questions FROM mdl\_question;". In late May, both BTU Cottbus-Senftenberg and Technische Hochschule (TH) Wildau responded to our questions, but the answers were not specific enough. While it was evident which question types were most commonly used, the specific order of these questions was not provided in their responses. Afterwards, at the end of August, the participants utilized the recommended SQL inquiries to provide more accurate data for statistical analysis. To evaluate the table, it is important to note that the large numbers shown in the table may be inflated due to the duplication of Moodle courses, the associated data and the obstacle to filter the question bank obtain only the unique questions. Therefore, the number of individual questions is likely to be lower than the numbers shown.

The results show that the most frequently used Moodle question types are Short Answer, Multiple Choice, True/False, Numerical and Cloze. Accordingly, after evaluating the survey, it was decided to focus on these question types first and implement the conversion algorithm for them. This currently offers the advantage whereby a large number of questions of these types can be imported from Moodle to generate new assessments-apps for different task areas with the help of the Apps Portal. Moreover, this would enable users not only to import but also to export assessments, by downloading the applications' tasks in Moodle XML format. This means that these created assessments can be distributed and utilized at other universities using Moodle as their LMS. Based on the evaluation and the growing number of different assessment questions in the universities' databases, the extension of the portal appears to be very valuable. Investigating the standard text editors used by the participating universities was also an essential aspect of our survey. Finally, the question about text editors resulted in BTU Cottbus-Senftenberg using the Moodle text editor Atto with integrated LATEX functions for mathematical notation. Meanwhile, TH Wildau is using the TinyMCE text editor with the MathML functions of the integrated MathType keyboard for mathematical notation.

### 3. CONCEPT AND IMPLEMENTATION

This chapter introduces the foundational concept of the portal, which comprises two integral components. The first part encompasses the didactic concept of the app, serving as the fundamental template for all subsequently generated apps. Drawing inspiration from established principles, this didactic concept is designed to provide an effective and engaging learning experience. The second part of the concept refers to the portal itself, where these apps are created and subsequently published.

### **3.1 Concept of the didactic apps and the Apps Portal**

The didactic concept that underpins the entire Apps Portal and serves as the template for all generated applications draws heavily from the principles of programmed learning according to Skinner in 1958. This concept emphasizes individual pace, clear learning objectives, immediate feedback, and task design with a high probability of correct solutions [7].

Each generated app is structured into three essential sections, contributing to an effective learning experience. The introduction page offers users clear instructions on task-solving strategies, ensuring preparedness. The task section is the central component, where users input their time, evaluate task difficulty, indicate answer correctness, both based on their own feeling, and access helpful resources. This section empowers users to overcome challenges and deepen their understanding. Finally, the statistics page presents visual data, including completion times, user perceptions of task difficulty, and answer correctness, providing valuable insights into user progress and achievements within the app.

The portal includes a login page that allows users to create accounts using an email and password, serving as the entry point for portal usage in terms of creating new assessments. A central feature is the homepage, where all generated applications are listed for easy access, enhancing navigation. Registered users can utilize the app generation pages and create new applications, with images, Moodle XML question files and mathematical notations, as well as to choose between different types of questions such as multiple-choice, true or false and short answer questions.

### **3.2 Feature enhancement of the Apps Portal**

Since the initial development of the Apps Portal, numerous opportunities for optimization have been identified. Originally, the portal only supported the basic task of image uploads. However, as part of its evolution, two key enhancements were implemented.

Firstly, the portal now incorporates the functionality to import Moodle XMLs directly. This upgrade enables the efficient generation of assessment applications, thereby saving significant time that would otherwise be spent creating new content from scratch. The inspiration for this feature was derived from a previously developed Moodle plugin designed for questions transfer from Questionmark Perception (QMP) to Moodle LMS. This involved the conversion of QTI 1.2 into Moodle XML format, providing valuable insights for the development of this feature [8].

Secondly, an integrated text editor, TinyMCE with MathType, was launched. This addition provides users with a versatile tool to create applications. Users can now seamlessly include images, incorporate complex mathematical notations, and format their text content according to their requirements. This comprehensive feature set enhances the portal's utility and user-friendliness for content creators and educators alike.

Moreover, the integration of new question types, such as multiple-choice, true or false, and short answer questions, has significantly improved the assessment capabilities of the applications. This addition has introduced a fresh approach to evaluation, consequently enhancing the overall learning experience for learners.

### **3.3 Functionality for Moodle XML question import**

In the logic of this new feature, which allows the import of Moodle XML questions, lays a converter algorithm, that is gathering data from the Moodle XML and maps it in the standard XML, which the Apps Portal is using to display its assessments-applications. The data, which is transferred includes information such as the question itself, its answers, their fraction percent, feedback for incorrect answer and all the media, e.g. images, that was created with the respective Moodle question.

### **3.4 Functionality for text input with editor**

The applications portal has been enriched with a valuable feature, allowing users to generate self-assessments effortlessly through the utilization of the TinyMCE WYSIWYG (What You See Is What You Get) rich text editor. To further enhance its functionality, a MathType keyboard has been integrated. This newfound capability empowers users to construct complex mathematical formulas, expressions, and related content, thereby broadening the spectrum of STEM features available within the portal [9].

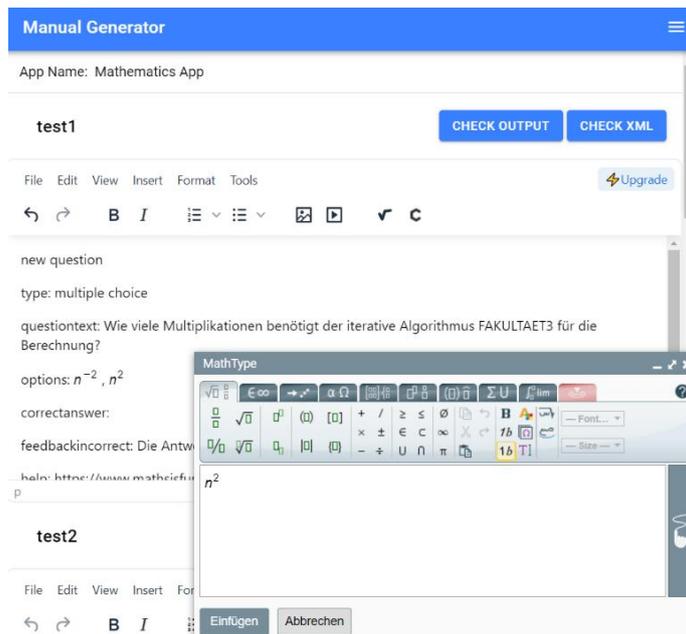


Figure 1. Creation of self-assessment-application with text editor

Users can access the portal to either create assessment apps or solve them. The newly added features allow users to create apps by uploading Moodle XML questions or by typing them manually using the built-in TinyMCE text editors. The Moodle XML questions upload requires users to export five separate files (in Moodle XML format), each containing five questions. The acceptable question types are multiple choice, true/false, or short answer. When using the TinyMCE text editor, it is recommended to use the portal's schema, attached to the corner of the page. When creating, users must also provide an app name and image, and can optionally include help links for each question to enhance student learning and comprehension. The completed apps are added to the pool with all the applications (see Figure 2).

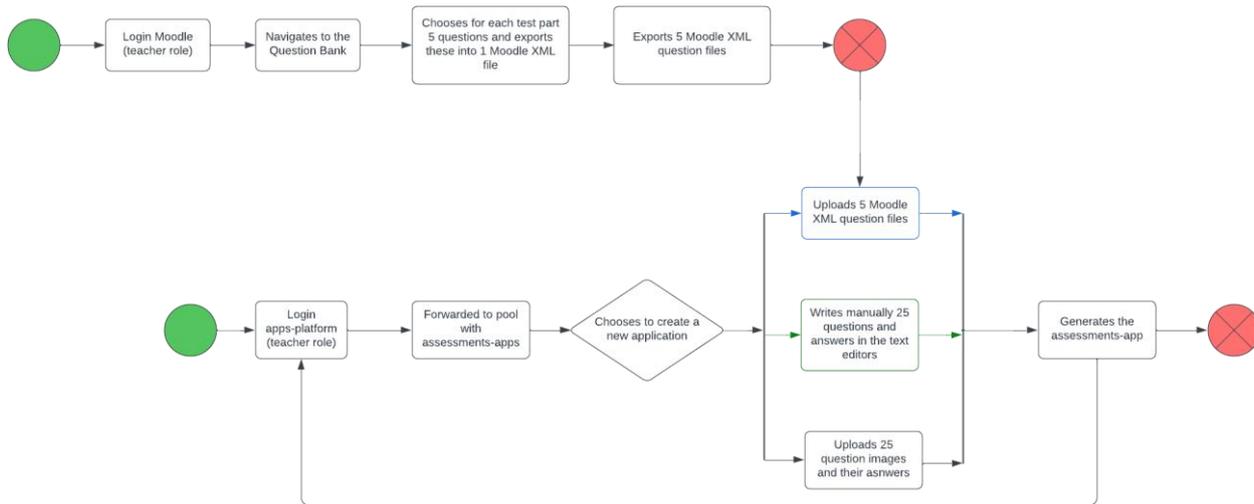


Figure 2. Concept for the creation of self-assessments-applications

## 4. TEST

The upcoming section provides a test case that demonstrates the process of generating self-assessment applications using our app creation page and incorporating Moodle XML questions. In order to create an application using Moodle XML, educators must prepare twenty-five quiz questions in Moodle XML format. These questions need to be divided into five distinct evaluation segments, referred to as "tests" or "pools", each containing precisely five questions. The accepted question types are limited to multiple choice, true or false, or short answer questions. The user should export these questions from Moodle as five separate XML files. Next, they must log in to the Apps Portal using their registration credentials (email and password). Within the portal's Moodle XML creation page, the user should specify a name for the forthcoming application and proceed to import all five XML files. The final step involves confirming the creation, resulting in the generation of the application. For a more user-friendly and simplified approach, we used a custom Moodle plugin that had been internally developed as part of the cross-university project "StudiPortal Brandenburg" [10]. This plugin empowers users to effortlessly export specific questions, which can then be organized within what we refer to as the "export shopping cart" for added convenience and usability, as shown in the images below.



Figure 3. Selection of certain questions

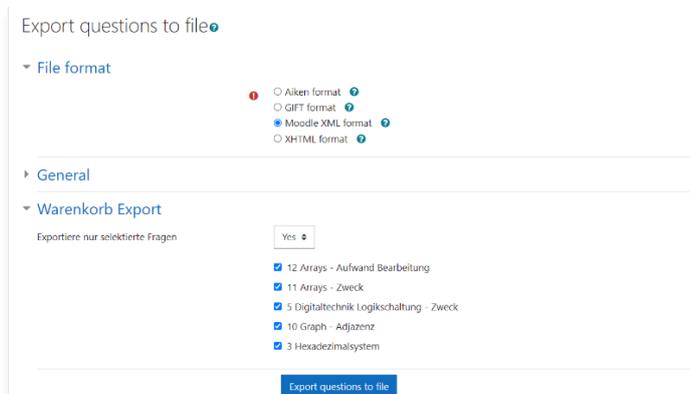


Figure 4. Import of Moodle XMLs into the Apps Portal

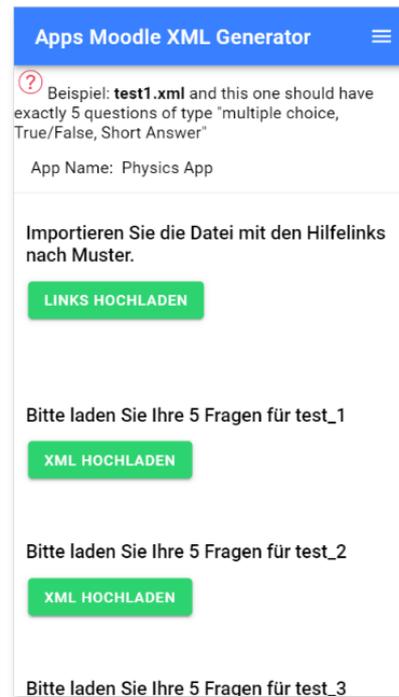


Figure 5. Export of 5 questions for one of the evaluation parts



Figure 6. Overview of the created applications

## 5. SUMMARY AND OUTLOOK

We have successfully implemented and tested the import feature for Moodle XML questions, specifically for the question types such as multiple choice, true or false, and short answer questions. This enhancement provides two additional methods for importing questions into our portal, aside from creating applications solely with images. The first method involves importing Moodle XML questions, while the second allows the direct creation of questions within the Apps Portal using the integrated TinyMCE text editor. When creating questions, users have access to all the functionalities of the WYSIWYG editor, including support for mathematical expressions and formatting. These apps can be seamlessly published as HTML5 web apps on our website, creating new opportunities for the creation and distribution of educational content.

These advancements significantly bolster the portal's capabilities, enabling educators and learners to develop self-assessment applications with greater flexibility and depth. Consequently, our portal can become an invaluable resource for educational institutions.

Regarding future plans, several exciting opportunities are on the horizon. Firstly, we plan to expand the variety of question types available and improve the export functionality for questions from our Apps Portal into other LMSs and examination systems. This will make it easier for educators to integrate our content into their preferred systems and provide a smoother educational experience. Additionally, the development of a feature that would enable the generation of Moodle assessments directly from existing applications is considered. This would streamline the process of sharing and utilizing educational content.

## 6. ACKNOWLEDGEMENT

We would like to express our sincere thanks to several persons and teams whose support contributed to the success of this work. Our thanks go to the eLearning team of the Multimedia Centre (MMZ/IKMZ) of the BTU, the ELBen team of the Central Service Learning and Teaching (ZSL) of the TH Wildau and finally Prof. Dr. Christian Müller, the Dean of the Department WIR of the TH Wildau. Their contributions and support were invaluable to the completion of this work.

## 7. REFERENCES

- [1] E. K. J. B. a. A. F. Tobias Kutzner, „Portal for generating cross university didactic self-assessment apps without programming skills“, *InnoEducaTIC 2021*, 149-155, (November 2021).
- [2] Facts & Factors, „Global E-Learning Market Share Is Likely To Reach At A CAGR Value Of Around 17.54% By 2030, <<https://www.fnfresearch.com/news/global-e-learning-market>>, (2023).
- [3] Quizlet Inc., <<https://quizlet.com/>> , (7 September 2023), <https://quizlet.com/mission>.
- [4] Quizizz Inc., <<https://quizizz.com>>, (7 September 2023), <https://quizizz.com/home/about?lng=de>.
- [5] Kahoot! ASA, <<https://kahoot.com/>>, (7 September 2023), <https://kahoot.it/>.
- [6] A. FRY, „What is an LMS? Learning management systems explained“, <<https://moodle.com/news/what-is-an-lms-learning-management-systems-explained/>>, (2022).
- [7] S. B. F., „Teaching Machines“, *Science New Series*, Vol. 128, No. 3330, 969-977, (1958).
- [8] I. N. a. A. F. Kutzner Tobias, „New Moodle plugin for IMS Question and Test Interoperability specification (QTI)“, *InnoEducaTIC*, 157-162, (November 2021).
- [9] Tiny Technologies Inc., <<https://www.tiny.cloud>>, (15 January 2019), <https://www.tiny.cloud/blog/adding-math-and-equations-to-tinymce-is-easy-with-wiris/>.
- [10] E. K. a. A. F. Tobias Kutzner „Cross-university question exchange platform based on Moodle LMS“ *InnoEducaTIC*, 21-28, (November 2022).



# Supporting students in the creation of requirements and functional specifications in interdisciplinary software development projects with the help of AI-based text generation tools

T. Kutzner\*<sup>a</sup> and J. Gröpler<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Dept. of Economics, Computer Science and Law, TH Wildau, 15745 Wildau, Hochschulring 1, Brandenburg, Germany; <sup>b</sup>University Library of Freie Universität Berlin, 14195 Berlin, Garystr. 39, Berlin, Germany

## ABSTRACT

In the field of software development, requirements specifications and functional specifications play an important role. These documents are used to specify functional and non-functional requirements and are frequently used in information technology. They facilitate effective communication and understanding between clients and software developers (client and contractor) and contribute significantly to the success of software development projects. In a concrete interdisciplinary student project (lane detection using AI image processing algorithms) from the field of business informatics at TH Wildau, the creation of a requirements specification from a specification using AI-supported (GPT based) text generation tools is examined. The aim is to improve the efficiency and accuracy of the transition of functional and non-functional requirements from the specifications to the functional specification. By using advanced text generation technologies, automated approaches can be developed to produce the requirements specification, reducing human errors and ensuring consistency of documentation. The results of this research focus on the potentials and challenges of text generation for the creation of requirements specifications and thus contribute to the further development of process management in software development.

**Keywords:** higher education, AI text generation tools, software development, documentation

## 1. INTRODUCTION

Since the availability of generative AI tools such as open AI's ChatGPT first released to researchers on 30 November 2022 or YouChat, a chatbot that operates similarly to ChatGPT and provides nearly instantaneous responses, released on 23 December 2022, there is a particular debate in higher education about how these tools can be used, but also about the risks involved. Gimpel et al. [1] focused on the application of generative AI tools such as ChatGPT in higher education. Different areas are covered, including courses, exam preparation, seminar and thesis work, and the assessment of student learning outcomes and performance. The aim of the paper is to provide concrete examples and guidance on how to use ChatGPT and similar tools, for both students and lecturers.

At the TH Wildau, a research group was founded in September 2022 to deal with AI text generation tools, plagiarism detection, the use of these tools in everyday university life, and to pass on the knowledge gained in presentations, workshops and publications to lecturers at the university and other universities in the state of Brandenburg to support the process of adapting the university regulations [2][3].

In addition to pure AI-supported text generation and source code generation, these tools already have been tested, among others, in medical education. It was used to translate radiology reports into plain text to improve the communication between the clinical personnel and the patients [4]. The results show a high potential for large language models (LLMs) like ChatGPT to also open up new possibilities in other areas such as in software engineering. Requirements analysis is the foundation and source of software system development, and its accuracy, consistency and completeness are key to determining software quality. Currently, however, most software requirements specifications are created manually, which causes some problems such as inconsistency with the business description, low efficiency in creation, error-proneness, and difficulty in communicating effectively with technical staff [5]. Zhou et al. [6] describe an approach to

automatically extract the non-functional requirements from the requirements documentation, to reduce human effort and time and to avoid mental fatigue, a deep neural network model.

Those findings can be used to support students in creating documentation as a basis for further communication with clients. We wanted to investigate this in more detail, and an interdisciplinary module in which student software projects are implemented at the TH Wildau lent itself to this.

In this special interdisciplinary module, students at TH Wildau implement software projects over two semesters [7][8]. In addition to important team skills, the basics of software engineering are taught. At the beginning of the first of the two module semesters, students can choose a project that interests them personally. In a team of two or more students, the software is then developed in several intermediate sprints under the guidance of the lecturers. The module is structured in such a way that the students work like in a company, regular meetings take place and mutual support is provided for questions, especially about software development. For documentation the ten students (mixed groups with Bachelor and Master students) of this project include AI-generated requirement templates provided by the lecturers and enrich it with project specific content. The students had almost no prior experience with software specifications documentation and text generation tools.

## 2. REQUIREMENTS AND FUNCTIONAL SPECIFICATIONS

At the start of each software development the requirements for developing the software are compiled into a requirement specification. The requirements are specified with the client's input, and a specification sheet is created at the end of this agile process to serve as the foundation for actual software development.

Standardized requirement specifications have been established in some industries. In software development, the Institute of Electrical and Electronic Engineers (IEEE) standard Software Requirements Specification (SRS) is frequently utilized as a standard for software specifications [9]. The most recent release is version 29148-2018, comprising of the requirements specification and functional specification. Since software development is a core aspect of our projects, we will comprehensively examine this specification as our standard and will provide a brief overview of this specification.

### 2.1 Requirements Specifications

The requirements specification outlines all the client's requirements for the contractor's deliveries and services. The specification's requirements should be as general as possible and restrictive only when necessary. This allows the contractor to develop a fitting solution, such as software, without constraints from overly specific requirements that might limit the contractor's problem-solving capability. The specification can be utilized by the client in a tender process and sent to various potential contractors. The contractors, in turn, create their own specification detailing their intended solution to the requirements presented in the original specification. Following this, the client chooses the most appropriate contractor from the proposed solutions. A specification can be structured in various ways. The following information is typically included, as shown in Table 1:

Table 1: The main structure of a typical requirements specification.

Main Content	Sub Content
Introduction	
Description of the actual state	
Description of the target concept	
Description of interfaces	
Functional requirements	
Non-functional requirements	Usability Reliability Efficiency Modifiability Transferability Maintainability
Risk acceptance	
Sketch of the development cycle and system architecture	
Scope of delivery	
Acceptance criteria	

## 2.2 Functional Specifications

The functional specification defines what the system should do and usually starts with a requirements analysis. It describes the expected functions of the system, the interfaces, the interactions with other systems and the expected deliverables. It may also include information about data requirements, business rules and security and access requirements. This involves gathering information from users and stakeholders about what they expect from the system. These requirements are then translated into a detailed document known as a functional specification. It is a living document. During the development of the system it may be necessary to make changes to the requirements. These changes should be documented in the functional specification to ensure that all stakeholders are up to date. To sum up, functional specifications are used to clarify the expectations of a software product and to ensure that all requirements are met. They are an indispensable tool for every software developer. The following information (Table 2) is typically included:

Table 2: The main structure of a typical functional specification.

<b>Main Content</b>	<b>Description</b>
Project charter	Statement of the scope, objectives and participants in a project.
Project owner, sponsors and stakeholders	
Problem statement	Description of issue to be addressed or a condition to be improved upon. Identifies the gap between the current problem and goal.
Project goals and objectives	Description of all project goals that should be achieved in the project team within a given time.
Project requirements	Requirements for the project to be carried out
Project deliverables	Description of a tangible or intangible good or service produced as a result of a project.
Project non-goals	Description of what should not be part of the project and therefore is out of scope.
Milestones	Mark specific points in a project along a timeline
Cost estimates	Approximation of the cost of a program, project or operation.

An important approach of the interdisciplinary module is to teach the students very practically at an early stage how to create this important documentation and how to coordinate between developers and clients. Using concrete small software development projects, the students learn how to create documentation and how to exchange information with each other so that they can build on this later in their professional lives. In particular, the elicitation of non-functional requirements requires special expertise, experience and a great deal of time for documentation. It is advantageous to automatically extract these requirements from the requirements documentation; until now, this was a complicated process that could only be partially automated with specialist knowledge or knowledge of artificial intelligence. With the aid of GPT-based text generation tools, this task is now manageable even for novice software developers such as our students. The creation of software documentation can be expedited in a more automated manner.

## 2.3 Templates generated with GPT for requirement and functional specification documents

During the planning phase of our student software projects, we consulted ChatGPT to enquire about the necessary components of a requirements specification and if it could provide us with a template for one. Additionally, we asked if it was feasible to generate a requirements specification automatically from an existing one. These questions were originally posed in German and have been translated into English for better comprehension. In the following paragraphs are the questions and answers asked:

### **What contents must a specification have, write me a template for a specification in software development.**

*A software development specification serves to document the requirements and specifications of a project in a clear and understandable way. It should contain all relevant information necessary for the development and implementation team. Here is a template for a requirements specification: ...*

### **How can I automatically generate a specification from a requirements specification?**

*Generating a specification from a requirements specification can be done through automation to make the process more efficient and error-free. However, this requires a structured approach and the use of appropriate tools. Here are some steps that can help:*

*1. create structured specifications: Ensure that your requirement specification is well structured and clear. ...*

### **Which steps can be replaced when creating a specification from a requirements specification using a text generation tool such as ChatGPT?**

*Using a text generation tool such as ChatGPT can facilitate and speed up certain steps in creating a specification from a requirements document. Here are some of the steps that can be partially or completely replaced by a text generation tool:*

- ***automatic extraction of requirements:** [...] can be used to extract requirements from the specifications. The tool can be trained to recognise certain key terms or phrases [...]*
- ***generation of requirements documents:** [...] can transfer the identified requirements into the desired format and structure of a requirements document. It can number the requirements, add headings [...]*
- ***generation of descriptions:** [...] can also be used to generate descriptions for each requirement. It can analyse specific details from the specifications and summarise this information [...]*
- ***adherence to formatting guidelines:** If consistent conventions and formatting guidelines have been used in the specification, the text generation tool can ensure that the specification adheres to these guidelines [...]*
- ***translation into different languages:** [...] can be used to automatically translate the content into different languages.*

### **How exactly can a text generation tool support the creation of documentation and the formulation of texts when creating a specification? Name the most important aids.**

- ***automatic summary:** [...] can analyse the specification and automatically generate a summary of the most important points. This can make it easier to get started with the requirements specification and give readers a quick overview of the essential information.*
- ***requirements recognition:** [...] can be trained to identify and extract requirements. It can recognise specific keywords or phrases that indicate requirements and automatically mark them.*
- ***Section and heading generation:** [...] can automatically create sections and headings to organise the different parts of the requirements specification. It can also suggest a logical structure for the document.*
- ***description of requirements:** [...] can be used to generate descriptions for each requirement. It analyses the relevant information from the requirements specification and formulates precise and easy-to-understand sentences explaining the requirements.*
- ***use of technical terms:** [...] can recognise and correctly use technical terms and terminologies from the field of software development. This keeps the language in the requirements specification technically precise.*
- ***compliance with formatting guidelines:** If there are specific formatting guidelines for the requirements specification, the tool can ensure that they are followed. For example, it can number requirements correctly or insert specific paragraphs according to the guidelines.*
- ***Grammar and spelling check:** [...] can check the generated texts for grammar and spelling mistakes and make correction suggestions. This improves the quality of the specification.*
- ***translation into different languages:** [...] support automatic translation of texts into different languages. This allows the specification to be made available in several languages.*

At the conclusion of the survey, ChatGPT emphasises a significant point: a text generation tool cannot fully replace human review and editing. While it can be a useful aid, the ultimate responsibility for ensuring the quality and accuracy of the specification rests with the human author. All details and specific requirements must be captured correctly. The tool is meant to support and speed up academic writing tasks, rather than completely replacing human labour and expertise [10].

### 3. TEST IN A STUDENT PROJECT

For one of two student projects, "AI approach for the evaluation of camera data in real time", we asked YouChat as an alternative to ChatGPT to create a requirement specification with the following prompt:

Table 3. First student project questions and answers YouChat requirements specification.

Questions	Answers
<p>Create a Requirements specification for me based on the following information that the client provided to me in coordination with the contractor: On the topic:</p> <p>Central AI approach for evaluating camera data in Real-time image processing and image recognition algorithms for vehicles from Wildauer Maschinenwerke, including resource distribution/load distribution of new AI TH Wildau server The preliminary considerations and implementation take place in the following steps:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Selection of camera data for evaluation (purpose and target determination)</li> <li>2. Object recognition and marking</li> <li>3. Optimization of the algorithms for real-time processing</li> <li>4. Testing the algorithms on AI servers.</li> </ol>	<p>Requirements specification for a central AI approach to evaluate camera data in real time</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Objective: The aim of this project is to develop a central solution for evaluating camera data in real time for vehicles from "Wildauer Maschinenwerke". The resource distribution and load distribution of the new AI servers at TH Wildau should be taken into account.</li> <li>2. Requirements: The preliminary considerations and implementation take place in the following steps: <ol style="list-style-type: none"> <li>2.1 Selection of camera data: A selection of camera data must be made that is suitable for evaluation in real time. The purpose and destination of the data must be taken into account.</li> <li>2.2 Object recognition and marking: The camera data must be provided with algorithms for object recognition and marking. In particular, vehicle objects should be identified on the data.</li> <li>2.3 Optimization of the algorithms: The algorithms must be optimized so that real-time processing is possible. The resource distribution and load distribution of the AI servers must also be taken into account.</li> <li>2.4 Testing the algorithms: The optimized algorithms should be tested on the TH Wildau AI servers. The purpose of this is to check whether the algorithms work as intended in real-time processing.</li> </ol> </li> </ol>

From the requirement specification generated with the help of YouChat, the students created the first draft of the functional specifications with the help of a template generated in ChatGPT, which was allowed to be used. This specification will be completed in the current semester so that it meets all requirements and can be filed with the project documentation at the end of the project, thus providing a quick introduction for students who will continue to work on the project in the next semesters. Here is a summary (shortened) of the functional specification created with the help of the functional specification template (see Figure 1).



## 4. CONCLUSION

In summary, it can be said that at the beginning of the projects, the bachelor students, in contrast to the master students, lacked basic experience with software documentation, especially with requirements and functional specifications, and all had some difficulties with documentation. In their previous student projects, they started programming only after getting familiar with the task, and no requirements or functional specifications were created beforehand. Documentation was done using Markdown in the Git repository as well as in the source code. Additional documentation can be daunting for students, requiring extra effort and searching for precise wording. However, requirement and functional specifications are crucial for projects, especially when they span two semesters - as in our case - and are later worked on by other students. The implementation of AI text generation to create requirement and functional specifications has facilitated the creation of documentation and made it easier for students. The documentation is regularly updated throughout the project and the current semester, so that new student projects in the future can quickly become familiar with it. The generated requirements and functional specifications have been a useful guideline for the students. They modified them according to their project specifications and filled in the information from the fictitious client. The documentation is clear, precise and coherent as required, but the students had to make minor corrections to both documents. In general, it is possible to generate documentation with AI text generation tools, but it is still necessary for the students to control the process, as the text generation tools can also produce incorrect texts, which can lead to irritation on the client's side. A time saving and uniform documentation could nevertheless be established. To enhance the development of specifications in the future, additional tests and task-specific LLMs should be conducted, and templates should be tailored even more precisely to their intended purpose. For this purpose, language models must be trained on the basis of requirements and functional specifications and subjected to follow-up training with the help of experienced software developers.

## REFERENCES

- [1] Gimpel et al., “Unlocking the power of generative AI models and systems such as GPT-4 and ChatGPT for higher education: A guide for students and lecturers,” Hohenheim Discussion Papers in Business, Economics and Social Sciences, No. 02-2023, Universität Hohenheim, Fakultät Wirtschafts- und Sozialwissenschaften, Stuttgart, <https://nbn-resolving.de/urn:nbn:de:bsz:100-opus-21463> (2023).
- [2] TH Wildau, “Mit KI zur perfekten Abschlussarbeit - schon Realität oder noch Zukunftsmusik?, ” <https://www.th-wildau.de/thinsights/mit-ki-zur-perfekten-abschlussarbeit-schon-realitaet-oder-noch-zukunftsmusik/>, (3 September 2023).
- [3] TH Wildau, „KI Tools in der Lehre,“ <https://www.th-wildau.de/hochschule/zentrale-einrichtungen/zentrum-fuer-studium-und-lehre/hochschuldidaktik/chatgpt-und-weitere-ki-basierte-text-tools/>, (07 September 2023)
- [4] Lyu, Q., Tan, J., Zapadka, M. E., Ponnatapura, J., Niu, C., Myers, K. J., Wang, G. & Whitlow, C. T., “Translating radiology reports into plain language using ChatGPT and GPT-4 with prompt learning: results, limitations, and potential,” *Visual Computing for Industry, Biomedicine, and Art*, 6(1), 10. <https://doi.org/10.1186/s42492-023-00136-5> (2023).
- [5] Zhou Ch., Huang, T., Luo, X. and Kaner, J., “Reorganisation and Construction of an Age-Friendly Smart Recreational Home System: Based on Function–Capability Match Methodology”, *Appl. Sci.* 2022, 12(12), 6016; <https://doi.org/10.3390/app12126016> (2022).
- [6] Deng, J., Li, Zhi, Zhou, X. and Xiao, H., “NFRNet-LT: A Deep Neural Network for Automatic Classification of Non-Functional Requirements”, *EEE 29th International Requirements Engineering Conference (RE)* (2021).
- [7] TH Wildau, Wildauer Maschinenwerke (WMW), <https://www.th-wildau.de/wildauer-maschinen-werke/>, (3 September 2023).
- [8] Peuschke-Bischof, T. and Kubica, S., „Framework für das Management und die Analyse von Fahrzeugdaten für die modellbasierte Fahrerassistenzsystementwicklung in Lehre und Forschung,“ in Barton, T. and Müller, C. (eds.) [Data Science anwenden. Angewandte Wirtschaftsinformatik], Springer Vieweg, Wiesbaden, 219–242 (2021). [https://doi.org/10.1007/978-3-658-33813-8\\_13](https://doi.org/10.1007/978-3-658-33813-8_13) pp. 219-242
- [9] IEEE Computer Society, “IEEE Recommended Practice for Software Requirements Specifications,” in *IEEE Std 830-1998*, 1–40 (20 October 1998). <https://doi.org/10.1109/IEEESTD.1998.88286>
- [10] Misra, D. P. and Chandwar, K., ChatGPT, artificial intelligence and scientific writing: What authors, peer reviewers and editors should know,” *The Journal of the Royal College of Physicians of Edinburgh*, 53(2), 90–93 (2023). <https://doi.org/10.1177/14782715231181023>



# Análisis de 5 recursos de Inteligencia Artificial capaces de generar Situaciones de Aprendizaje

Juan-Francisco Álvarez-Herrero<sup>\*a</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Didáctica General y Didácticas Específicas, Facultad de Educación, Universidad de Alicante, Calle del Aeroplano, s/n, 03690 Sant Vicent del Raspeig (Alicante)

## RESUMEN

La Inteligencia Artificial esta cada día más presente en nuestras vidas. En los últimos años ha experimentado un auge al que el sector educativo no ha permanecido ausente. Diversas aplicaciones, recursos y herramientas de esta disciplina se han incorporado y se incorporan a la realidad de las clases y tanto docentes como estudiantes hacen uso de la misma. Entre las muchas aplicaciones que podemos describir, está el poder generar situaciones de aprendizaje, unidades didácticas o lecciones de forma muy rápida, fácil y creativa. Esta investigación analiza cinco de estas herramientas o aplicaciones, que, con una mayor o menor participación del docente, permiten crear estos recursos pedagógicos. En el análisis se constata que se debe atender a la calidad de los contenidos generados, así como es necesario mejorar y adaptar los resultados obtenidos con estas aplicaciones ya que no tienen en cuenta cuestiones como la contextualización, o el conocimiento de las características y las necesidades particulares del grupo o incluso de cada estudiante. Por ello, estas aplicaciones no conseguirán sustituir la labor de los docentes, pero sí permiten un mayor desarrollo profesional de los mismos, así como el facilitar y mejorar sus tareas pedagógicas. Es necesario hacer visibles estas aplicaciones, para que sean conocidas y utilizadas entre el colectivo docente, así como fomentar la formación en el uso de las mismas.

**Palabras clave:** Inteligencia Artificial (IA), Inteligencia Artificial en Educación (IAED), Inteligencia Artificial Generativa (IAG), diseño de situaciones de aprendizaje, profesorado, Situaciones de Aprendizaje (SdA)

## 1. INTRODUCCIÓN

Actualmente, aunque lleva décadas entre nosotros, la inteligencia artificial (IA) está ganando un papel importante en la sociedad. Se empieza a utilizar en todos los ámbitos, y la educación no es ajena a ello. Ya se empiezan a presentar y dar a conocer buenas prácticas en las que se constatan los beneficios del uso de la IA en el aula, tanto en los resultados de aprendizaje de los estudiantes como en el desarrollo profesional de los docentes. Sin embargo, también son muchos los miedos y sospechas que genera el uso de esta tecnología, sobre todo cuando se desconocen los efectos que pueda presentar en el futuro.

Cuando hablamos del uso de la Inteligencia Artificial en Educación (IAED) tenemos que tener diversas cuestiones en consideración. La primera de ellas pasa por qué tipo de IA es la más utilizada en el ámbito educativo. Para esta cuestión, cabe preguntarse cómo se clasifica o qué tipos o ramas de IA podemos encontrar. Y ello ya supone una complejidad, pues se establecen diversas taxonomías para la IA. Así, por ejemplo, se habla de IA estrecha o débil, general o fuerte y súper<sup>1</sup> cuando hablamos de la IA según su capacidad. Pero para Hintze existen 4 tipos de IA<sup>2</sup> cuando hablamos según su funcionalidad: 1) máquinas reactivas, 2) máquinas de memoria limitada, 3) teoría de la mente, 4) autoconciencia. Sin embargo, en la actualidad se prefiere hablar de las ramas de la IA, como aquellas subdisciplinas y técnicas en las que se subdivide la IA. Tampoco en las técnicas o tecnologías de la IA hay un consenso por parte de los autores en hablar de un número concreto de las mismas, pero algunas de las más importantes son: Machine Learning (ML), Deep Learning, Procesamiento del Lenguaje Natural, Generación del Lenguaje Natural, Análisis Predictivo, Computer Vision, Robótica, y Datos<sup>3</sup>. Justo de la categoría de la técnica de Machine Learning, es la conocida como Inteligencia Artificial Generativa (IAG), que es aquella que se centra en la creación de contenido original, nuevo y creativo, a partir de datos ya existentes<sup>4</sup>. Es decir, esta inteligencia es capaz de crear textos, imágenes, vídeos, música y cualquier idea, como si hubiesen sido creados por una persona. Y es precisamente esta IAG la IA que más se utiliza en el ámbito educativo. Con

---

\* [juanfran.alvarez@ua.es](mailto:juanfran.alvarez@ua.es); teléfono: +34 965 90 34 00 ext. 2496; [www.ua.es](http://www.ua.es)

esta potencialidad, hay que decir que no sólo en el ámbito educativo encuentra esta IAG su mayor campo de aplicación y uso, sino también en la medicina, en el ámbito laboral, en el artístico, en el de la comunicación, en la química, etc<sup>5,6,7,8</sup>.

Las posibilidades que brinda esta IAG dentro del ámbito educativo, con esta capacidad de poder crear o generar textos, imágenes, multimedia, etc., a partir de datos ya existentes que se le proporcionen, permite que pueda ser utilizada tanto desde el alumnado como desde el profesorado, así como en cualquier etapa educativa o formativa y para cualquier materia, no sólo para comprender y aprender más sobre la IAG sino también para aprender sobre cualquier disciplina. Los beneficios de uso de la IAG son muy numerosos, tanto en los procesos de enseñar como en el aprender<sup>9</sup>, aunque como ya se ha comentado también genera muchos miedos y recelos, principalmente entre el profesorado, temeroso entre otras cuestiones: en las trampas que hace el alumnado al hacer uso de la IAG, de la posibilidad de perder sus puestos de trabajo, de que con el uso de la IAG el alumnado no esté aprendiendo realmente<sup>10</sup>. Pero las voces más optimistas hablan de que es necesaria su implementación y que simplemente hay que adaptarse a estos nuevos tiempos con nuevas fórmulas, métodos y maneras de enseñar que no permitan la trampa<sup>11</sup>. Si retomamos las posibilidades de la IAG en las diversas etapas educativas, podemos ver como ya en la educación infantil, la IAG puede constituir un excelente aliado del alumnado de esta etapa para aprender cualquier tipo de contenidos<sup>12, 13</sup>, pero también lo es en la formación de estudiantes universitarios<sup>14</sup>.

En todos estos últimos casos en los que la IAG ayuda al docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje, queda patente que la IAG está ayudando al docente en creación de recursos pedagógicos que mejoran el aprendizaje de su alumnado, y a su vez con ello está favoreciendo un mayor desarrollo profesional del docente<sup>15, 16, 17</sup>. De ahí que en esta investigación hemos querido centrarnos directamente en las posibilidades que la IAG ofrece a los docentes a la hora de elaborar toda una planificación pedagógica a modo de situación de aprendizaje o de unidad didáctica, con todos sus componentes. Y dado que existen diversas posibilidades: desde recurrir a chatbots a los que pedirles dicha tarea, hasta aplicaciones o plataformas de IAG especializadas en la creación de situaciones de aprendizaje (SdA). Por ello, el objetivo de esta investigación pretende analizar cinco recursos de IAG para generar situaciones de aprendizaje,

## 2. METODOLOGÍA

### 2.1 Localización y selección de los recursos

La primera tarea que realizamos fue el tratar de localizar aquellas herramientas o recursos de IAG que permitiesen a un docente de cualquier etapa educativa, crear o generar una SdA para su alumnado. Para ello, se recurrió a la consulta de redes sociales (X, Instagram, Facebook, blogs), canales de Telegram, y de docentes expertos en IA o que lleven trabajando desde el ámbito de la IAED en los últimos años (César Poyatos, María del Mar Sánchez, Pablo Bongiovanni, etc.). De todas las propuestas de herramientas y recursos localizados, se seleccionaron 5, aquellos que, por importancia, repetición en su propuesta por parte de los expertos, uso y funcionalidad, se consideraron los más idóneos. Se pueden consultar en la Tabla 1.

Tabla 1. Listado de las cinco herramientas a analizar en su funcionabilidad para crear situaciones de aprendizaje.

ID	Recurso	url
1	ChatGPT	<a href="https://chat.openai.com/">https://chat.openai.com/</a>
2	Perplexity	<a href="https://www.perplexity.ai/">https://www.perplexity.ai/</a>
3	Schemely	<a href="https://schemely.app/">https://schemely.app/</a>
4	Eduaide	<a href="https://www.eduaide.ai/">https://www.eduaide.ai/</a>
5	Mathew	<a href="https://mathew.ai/">https://mathew.ai/</a>

De los 5 recursos seleccionados, 2 de ellos (ChatGPT y Perplexity) son dos recursos bastante genéricos, ya que sirven tanto para crear SdA como para crear otro tipo de documentos o productos. Mientras que los 3 restantes (Schemely, Eduaide y Mathew), son recursos específicos para crear SdA, unidades didácticas, lecciones o planes pedagógicos de como implementar contenidos académicos en el ámbito educativo.

### 2.2 Diseño del análisis

Para llevar a cabo el análisis de las aplicaciones descritas en el punto anterior, se procedió primero a la elección al azar de un contenido de un curso al azar de educación primaria, y que este pudiese servir para ser tratado en las cinco aplicaciones por igual. En concreto, dentro del currículo de enseñanzas mínimas de educación primaria establecido dentro de la Ley Orgánica por la que se Modifica la Ley Orgánica de Educación (LOMLOE) y en el Real Decreto

157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria<sup>18</sup>; en la materia de: Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural, para 3r curso de educación primaria; se eligió el contenido: las funciones vitales de las plantas.

Seleccionado el contenido a evaluar con los recursos de IAG, se seleccionaron aquellas características y funcionalidades de los recursos a evaluar en el análisis. Dado que no encontramos ningún método de análisis de recursos de IAG en la bibliografía, se optó por adaptar y confeccionar uno propio a partir de la adaptación de otros existentes para aplicaciones TIC<sup>19, 20</sup>.

Se establecieron 6 dimensiones de análisis:

- Identificación del recurso: datos de identificación, título, autoría, idiomas, tipo de licencia, destinatarios, etc.
- Dimensión tecnológica: navegabilidad, velocidad de respuesta, accesibilidad, etc.
- Dimensión de diseño: diseño e imagen del recurso.
- Dimensión pedagógica: finalidad del recurso, adaptabilidad a las necesidades del usuario, tipología de respuestas dadas, etc.
- Dimensión de contenido: posibilidad de personalización del contenido ofrecido, fiabilidad y validez del contenido ofrecido, adecuarse a los intereses y ritmos de aprendizaje del alumnado, tipo de contenido ofrecido (texto, imágenes, multimedia, etc.), coherencia con los contenidos estipulados en el currículo, etc.
- Evaluación y seguimiento: posibilidad de ofrecer otras alternativas a las propuestas en un principio, perdurabilidad del recurso – tiempo que lleva en funcionamiento la aplicación o plataforma -, reseñas o comentarios encontrados sobre el recurso, etc.

Con estas 6 dimensiones se procedió al análisis de los cinco recursos. Los resultados agrupados por cada una de las dimensiones a analizar, se pueden encontrar en el siguiente apartado.

### 3. RESULTADOS

En este apartado analizamos los resultados obtenidos de cada una de las dimensiones de análisis contempladas para cada una de las cinco herramientas y en tablas o cuadros que permiten una mejor comparación de estos.

#### 3.1 Identificación del recurso

En la Tabla 2 podemos ver los datos de identificación de los cinco recursos: título, autoría, idioma, tipo de licencia y destinatarios.

Tabla 2. Datos de identificación de los recursos.

ID	Recurso	Autoría	Idioma	Licencia	Destinatarios
1	ChatGPT	OpenAI	Inglés, aunque se puede trabajar en castellano. Existe una versión alfa en castellano.	Requiere inscripción. Versión 3.5, gratuita. Versión 4, de pago.	Cualquier persona que se inscriba puede hacer uso de ChatGPT.
2	Perplexity	Denis Yarats, Aravind Srinivas, Johnny Ho y Andy Konwinski	Inglés, aunque se puede trabajar en castellano.	No es necesaria la inscripción. Gratuito. Versión Pro, de pago.	Cualquier persona, aunque más enfocado a personas que se dediquen a la investigación y colaboración.
3	Schemely	Jamie Taylor	Inglés, aunque se puede trabajar en castellano. Los resultados unas veces los ofrece en inglés, otras	Requiere inscripción. Tiene tres planes: Free (gratuito, permite realizar 3 SdA al mes), Plus y Team.	Destinado a docentes.

			en castellano.		
4	Eduaide	Thomas Thompson y Thomas Hummel	Inglés. Se puede recurrir al traductor del navegador y traduce todos los resultados.	Requiere inscripción. Recurso gratuito. Restringen a los usuarios a 300 contenidos generados por mes. Tienen la filosofía de que: "Los materiales didácticos de alta calidad deben ser accesibles universalmente".	Destinado a docentes.
5	Mathew	ADAPTICAL, una startup de Barcelona formada por un equipo joven de 10 personas	Español, catalán e inglés.	Requiere inscripción. Ofrece una prueba gratuita de 14 días y luego pasa a ser de pago.	Destinado a docentes y empresas (para tareas de selección y formación del personal).

Como se ha podido ver en la Tabla 1, de las 5 herramientas, hay una, Mathew, que es de origen español y también es la única que todas sus funcionalidades son en castellano. Sólo dos, Perplexity y Eduaide son totalmente gratuitas, y las restantes ofrecen uso gratuito, pero este uso mejora con las versiones de pago que ofrecen. Las dos herramientas basadas en chatbots, ChatGPT y Perplexity, están destinadas a ser usadas por cualquier persona, mientras que las otras tres, están más dirigidas a ser usadas por docentes.

### 3.2 Dimensión tecnológica

A nivel tecnológico, la capacidad y velocidad de respuesta de las aplicaciones 1, 2, 3 y 4, es sorprendente; en menos de un minuto, redactando un pequeño texto con lo que se desea que la aplicación cree (lo que se llama un prompt) o bien indicando el nivel o curso, el área y la temática de la SdA; dichas aplicaciones son capaces de generar un recurso pedagógico de elevada calidad. En cambio, Mathew, depende más de la interacción con el docente, pues este debe ir insertando los contenidos de los que quiere que la aplicación genere materiales.

### 3.3 Dimensión de diseño

Las tres herramientas que no son chatbots y que están principalmente dirigidas a docentes (Schemely, Eduaide y Mathew), tienen una interfaz más visual y eso permite un diseño mucho más atractivo y visual que el de las otras dos (ChatGPT y Perplexity). Podemos ver un ejemplo de esto mismo en las Figuras 1, 2, y 3, correspondientes a capturas de pantalla de ChatGPT, Schemely, y Eduaide, respectivamente.

Como experto en pedagogía y maestro de educación primaria de España, ¿podrías ofrecerme una secuencia de aprendizaje destinada a alumnado de 3º curso de educación primaria y cuya temática sea: las funciones vitales de las plantas? Acompaña de: 1. Localización de un centro de interés. 2. Justificación de la propuesta. 3. Descripción del producto final, reto o tarea que se pretende desarrollar. 4. Concreción curricular. 5. Secuenciación didáctica, con actividades y recursos. 6. Medidas de atención a la diversidad y a las diferencias individuales. 7. Evaluación de los resultados y del proceso. Debe ser una evaluación continua, formativa y personalizable. Y debe tener algunos instrumentos de evaluación como una rúbrica.

Claro, puedo ofrecerte una secuencia de aprendizaje sobre las funciones vitales de las plantas para alumnos de 3er curso de educación primaria en España. Aquí tienes los elementos que solicitaste:

- Localización de un centro de interés:**
  - Comienza la unidad presentando a los estudiantes una situación en la que necesitan entender por qué las plantas son importantes para la vida en la Tierra. Por ejemplo, podrías mostrar imágenes de un jardín o un bosque y plantear preguntas como: "¿Por qué crees que las plantas son importantes en este lugar?" o "¿Qué necesitan las plantas para sobrevivir?".
- Justificación de la propuesta:**
  - Explica a los estudiantes que aprender sobre las funciones vitales de las plantas es esencial para comprender cómo contribuyen al equilibrio del ecosistema y cómo podemos cuidar de ellas.
- Descripción del producto final, reto o tarea:**
  - El producto final podría ser la creación de un "Manual de Cuidado de Plantas" los estudiantes deben explicar las funciones vitales de las plantas y cómo cuidarlas

Envía un mensaje

Free Research Preview. ChatGPT may produce inaccurate information about people, places, or facts. [ChatGPT September 25 Version](#)

Figura 1. Captura de pantalla de ChatGPT (<https://chat.openai.com/>).

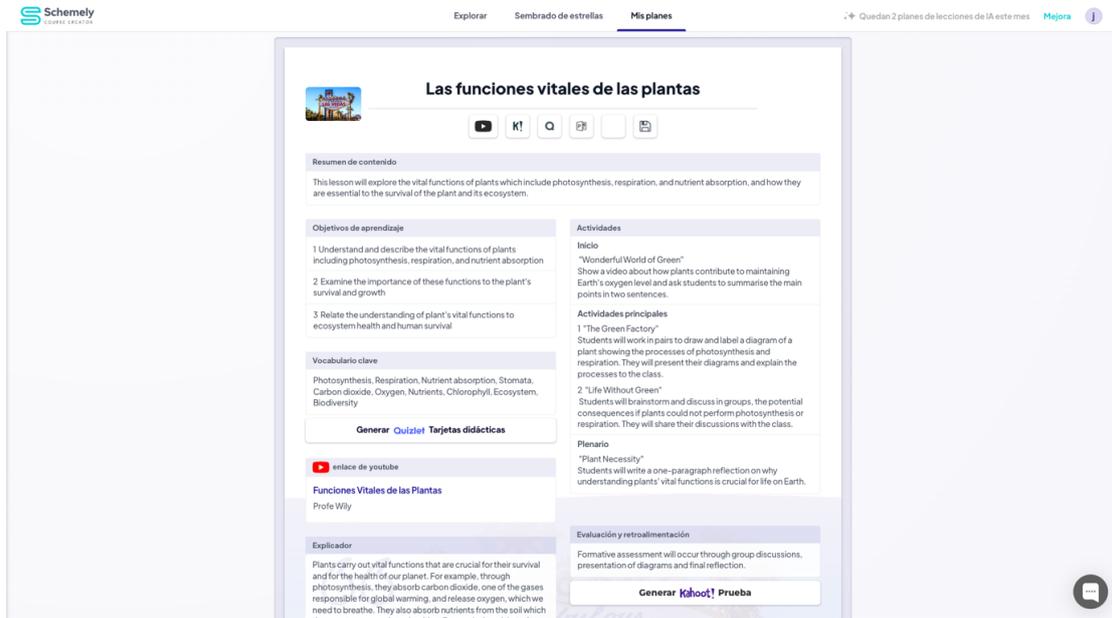


Figura 2. Captura de pantalla de Schemely (<https://schemely.app/>).

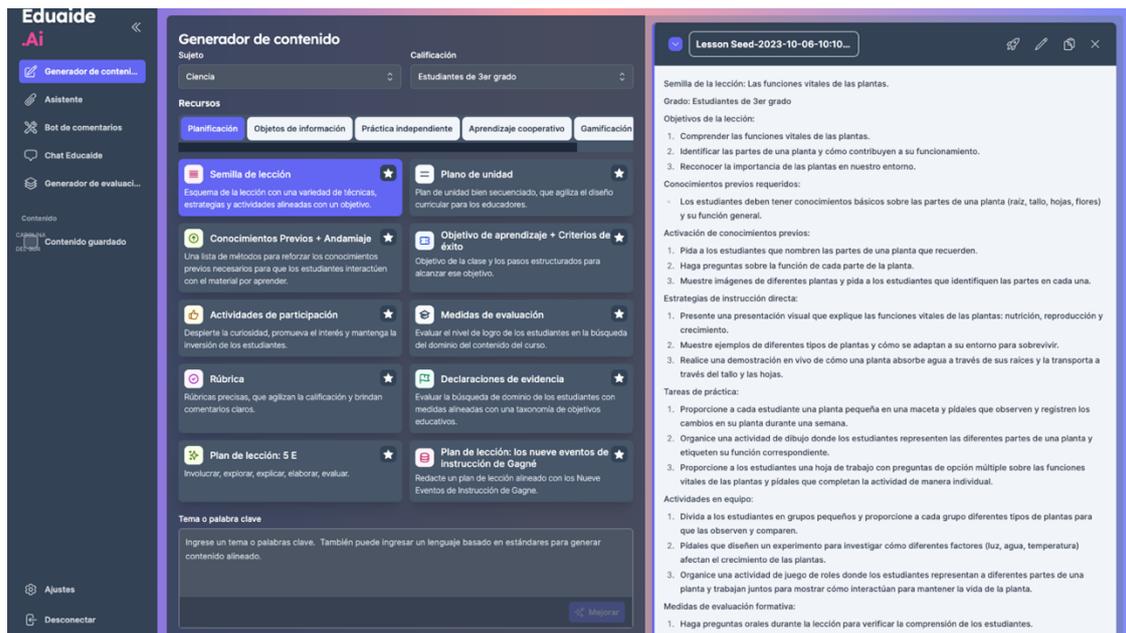


Figura 3. Captura de pantalla de Eduaide (<https://www.eduaide.ai/>).

Si bien, las respuestas ofrecidas por ChatGPT y Perplexity son siempre en base a texto ofrecido en una interfaz que siempre tiene el mismo aspecto; en el caso de las otras tres aplicaciones, ofrecen diferentes interfaces, con diferentes marcos y elementos visuales, donde el texto puede además ir acompañado de fotos, gráficos, otros elementos visuales,

además de elementos interactivos que van más allá de introducir texto en forma de pregunta para que la aplicación de una respuesta.

### 3.4 Dimensión pedagógica

Las funcionalidades pedagógicas que presentan las cinco herramientas, las mostramos de forma comparada en la Tabla 3.

Tabla 3. Datos de la dimensión pedagógica de los recursos.

ID	Recurso	Interacción con el docente	Tipología de respuestas	Adaptabilidad
1	ChatGPT	El docente debe introducir de uno a varios prompts definiendo muy bien que es lo que quiere, por ejemplo, una SdA, para un nivel y una etapa concreta, con una serie de apartados, con unas características determinadas, etc.	En función de todo aquello que se le solicita a la aplicación, lo obtenemos o no. La aplicación no es intuitiva y no ofrece más allá de lo que se le pide. Las actividades propuestas sí responden a posibilitar la creación de aprendizaje.	Se le puede insistir para que desarrolle y adapte las respuestas dadas, o bien se adaptan manualmente.
2	Perplexity	El docente debe introducir de uno a varios prompts definiendo muy bien que es lo que quiere, por ejemplo, una SdA, para un nivel y una etapa concreta, con una serie de apartados, con unas características determinadas, etc.	En función de todo aquello que se le solicita a la aplicación, lo obtenemos o no. La aplicación no es intuitiva y no ofrece más allá de lo que se le pide. Las actividades propuestas sí responden a posibilitar la creación de aprendizaje.	Se le puede insistir para que desarrolle y adapte las respuestas dadas, o bien se adaptan manualmente.
3	Schemely	Puede ser total, si se recurre a la opción manual, o bien casi ninguna (a excepción de indicarle el título de la lección, el grupo o nivel al que va dirigida y dentro de que asignatura) si se opta porque sea la aplicación quien genera la SdA, cosa que hace en menos de 1 minuto.	Ofrece una SdA con: resumen de contenido, objetivos de aprendizaje, vocabulario clave (con la posibilidad de crear un Quizlet), actividades, enlaces a YouTube, evaluación y retroalimentación (con la posibilidad de crear un Kahoot), Contenido y atención a la diversidad. Además, permite generar presentaciones multimedia de los contenidos y mandar la SdA por correo electrónico. Las actividades propuestas sí responden a posibilitar la creación de aprendizaje.	Se le puede pedir que desarrolle más u otras propuestas distintas; o bien se pueden generar otras y modificar manualmente las ofrecidas.
4	Eduaide	Basta con indicarle a la aplicación: nivel o curso, asignatura o materia y el título de la lección o SdA. En poco más de un minuto, presenta la SdA hecha con multitud de recursos y actividades asociadas.	Ofrece una SdA con: Objetivos, conocimientos previos requeridos, activación de conocimientos previos, estrategias de instrucción directa, tareas de práctica, actividades en equipo, medidas de evaluación formativa, preguntas profundas, esquemas, rúbricas, secuenciación, evidencias de aprendizaje, gamificación, aprendizaje cooperativo, etc. Las actividades propuestas sí responden a posibilitar la creación de aprendizaje.	Se le puede pedir que desarrolle más u otras propuestas distintas; o bien se pueden modificar manualmente las ofrecidas
5	Mathew	Hay que facilitarle los contenidos teóricos de la SdA en un documento en pdf o mediante copia y pega de texto y a partir de ahí, en menos de un minuto genera ejercicios y actividades de diferentes tipos (test, abiertas) y de diferente dificultad.	No está desarrollada todavía la opción de que genere una SdA completa. De momento sólo ofrece la creación de Actividades y Ejercicios, a partir de la Teoría que incorpore el docente a la aplicación, bien mediante un pdf o bien a partir de copiar y pegar texto. Las actividades propuestas sí responden a posibilitar la creación de aprendizaje.	Se le puede pedir que modifique el tipo de actividades o que genere más o menos y de tres distintos niveles de dificultad. Se puede editar todo, modificar y adaptar a gusto del docente.

Como se ha visto en la Tabla 3, se necesita poca interacción con las aplicaciones para conseguir en poco tiempo una propuesta más o menos completa (según la herramienta utilizada y la interacción realizada con esta) de una SdA.

### 3.5 Dimensión de contenido

Sólo en una de las 5, en Mathew, el contenido debe ser aportado por el docente. En los otros 4 casos, es la propia aplicación la que ofrece los contenidos. Esto de que la aplicación te facilite ya los contenidos, que puede considerarse una gran ventaja, es a su vez, un contratiempo, pues deben revisarse que los contenidos sean los correctos, que estén contextualizados al contexto donde vayan a desarrollarse y que sean los apropiados para el nivel educativo y de aprendizaje del alumnado al que van dirigidos. De ahí, que, si bien estas aplicaciones facilitan y reducen la carga de trabajo del docente, suponen también una carga en la revisión de que los materiales creados sean los adecuados para el alumnado que va a ser objeto de su uso.

### 3.6 Evaluación y seguimiento

A la ya consolidada aplicación de ChatGPT, se le suma Perplexity, que ya lleva un tiempo demostrando que se trata de una herramienta sólida y con un gran número de usuarios. Schemely y Eduaide, aunque son herramientas que tienen menos bagaje, por sus características y funcionalidades tienen un más que posible largo recorrido, sobre todo teniendo en cuenta que ofrecen grandes posibilidades de forma gratuita. Mathew, todo y ser la más reciente de las herramientas analizadas y de tener pendiente el desarrollo de SdA completas, cuenta con algunos inconvenientes que la hacen más inestable: por un lado, el ser de pago tras 14 días de prueba y por otro, la gran dependencia del usuario a la hora de generar cualquier recurso (actividades, ejercicios y SdA). Por el contrario, el que se pueda editar y personalizar los materiales creados, le confiere a Mathew una mejor aceptación por parte de los docentes. En cambio, las otras cuatro aplicaciones ofrecen múltiples posibilidades de propuestas, y si ninguna de estas es del gusto del docente, siempre va a poder modificarlas o adaptarlas, bien interactuando nuevamente con la herramienta, bien haciéndolo manualmente.

## 4. CONCLUSIONES Y DISCUSIÓN

A la vista de los resultados, podemos afirmar que las cinco aplicaciones de IAG analizadas, son capaces de generar propuestas de SdA en muy breve espacio de tiempo. Si bien en el caso de aquellas que son chatbots, dependen de lo que el docente les pida; las otras tres dependen de que lo que ofrecen sea lo que realmente se necesita.

Queda mucho por hacer en el propósito de que la IAG ayude en el diseño de estrategias pedagógicas a los docentes, a buen seguro surgirán en un futuro inmediato nuevas plataformas y recursos de IAG capaces de generar situaciones de aprendizaje, pero sigue siendo necesario visibilizar estas aplicaciones<sup>21</sup> para que los docentes puedan usarlas y con ello puedan preparar mejor a su alumnado, convirtiéndoles en los ciudadanos del mañana. Tras el análisis de estas cinco aplicaciones, hemos podido constatar y estamos de acuerdo con otras investigaciones a este respecto<sup>22, 23</sup>, que la AIG nunca va a poder reemplazar la figura del docente, ya que cómo trabaja y lo que hace, es muy diferente a la inteligencia humana y no es capaz de contextualizar y personalizar como sí es capaz el docente; pero, por el contrario, es potencialmente un recurso que permite transformar la educación, haciéndola de mayor calidad e incluso más humana.

Entre las limitaciones de esta investigación, y aunque se trató de ser lo más objetivo posible, el análisis solo está realizado por el investigador que firma este estudio, lo cual puede dar lugar a resultados parciales o subjetivos y hubiese sido deseable haber podido realizar el análisis por diversos investigadores y así haber podido triangular los resultados. De todas formas, este trabajo supone un primer acercamiento en el análisis de los recursos existentes de IAG para generar situaciones de aprendizaje, dado que no existen otras investigaciones realizadas con el mismo fin. Otra cuestión a destacar es que en poco tiempo aparecerán otras aplicaciones con iguales o mejores prestaciones para crear Sd, algunas de ellas son: Edubook ChatIA de Vicens Vives, Hablaconlahistoria, AI Lesson Plan, MyLessonPal, Teachermatic, etc.

## REFERENCIAS

- [1] Strelkova, O. y Pasichnyk, O. [Three Types of Artificial Intelligence], Khmelnytsky National University, Khmelnytskyi, Ukraine (2017).
- [2] Hintze, A., “Understanding the four types of AI, from reactive robots to self-aware beings” The Conversation, 13 November 2016, < <https://theconversation.com/understanding-the-four-types-of-ai-from-reactive-robots-to-self-aware-beings-67616>>
- [3] Braze, “Artificial Intelligence Trends 2019 Roundup.”, New York, 2019, < <https://www.aretode.de/wp-content/uploads/Artificial-Intelligence-2019-Roundup.pdf>>

- [4] Zapata-Ros, M., “Inteligencia Artificial Generativa Y Aprendizaje Inteligente.”, EdArXiv, 27 June 2023, <<https://doi.org/10.35542/osf.io/86ykm>>
- [5] Vanhaelen, Q., Lin, Y. C. y Zhavoronkov, A., “The advent of generative chemistry”, ACS Medicinal Chemistry Letters, 11(8), 1496-1505, (2020).
- [6] Zhang, P. y Kamel Boulos, M. N., “Generative AI in Medicine and Healthcare: Promises, Opportunities and Challenges”, Future Internet, 15(9), 286, (2023). <https://doi.org/10.3390/fi15090286>
- [7] Brynjolfsson, E., Li, D. y Raymond, L. R., “Generative AI at work (No. w31161)”, National Bureau of Economic Research, April 2023, <<https://doi.org/10.3386/w31161>>
- [8] Peña-Fernández, S., Meso Ayerdi, K., Larrondo Ureta, A. y Díaz Noci, J., “Sin periodistas, no hay periodismo: la dimensión social de la inteligencia artificial generativa en los medios de comunicación.”, Profesional de la información, 32(2), e320227, (2023). <https://doi.org/10.3145/epi.2023.mar.27>
- [9] Baidoo-Anu, D. y Ansah, L. O., “Education in the era of generative artificial intelligence (AI): Understanding the potential benefits of ChatGPT in promoting teaching and learning.”, Journal of AI, 7(1), 52-62, (2023).
- [10] Qadir, J., “Engineering education in the era of ChatGPT: Promise and pitfalls of generative AI for education.”, 2023 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON), IEEE, (2023).
- [11] Lim, W. M., Gunasekara, A., Pallant, J. L., Pallant, J. I. y Pechenkina, E., “Generative AI and the future of education: Ragnarök or reformation? A paradoxical perspective from management educators.”, The International Journal of Management Education, 21(2), 100790, (2023). <https://doi.org/10.1016/j.ijme.2023.100790>
- [12] Williams, R., Park, H. W., Oh, L. y Breazeal, C., “PopBots: Designing an Artificial Intelligence Curriculum for Early Childhood Education”, Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 33(1), 9729-9736, (2019). <https://doi.org/10.1609/aaai.v33i01.33019729>
- [13] Kewalramani, S., Kidman, G. y Palaiologou, I., “Using Artificial Intelligence (AI)-interfaced robotic toys in early childhood settings: a case for children’s inquiry literacy”, European Early Childhood Education Research Journal, 29(5), 652-668, (2021). <https://doi.org/10.1080/1350293X.2021.1968458>
- [14] Tan, D. Y. y Cheah, C. W., “Developing a gamified AI-enabled online learning application to improve students’ perception of university physics.”, Computers and Education: Artificial Intelligence, 2, 100032, (2021). <https://doi.org/10.1016/j.caeai.2021.100032>
- [15] Lee, I. y Perret, B., “Preparing High School Teachers to Integrate AI Methods into STEM Classrooms.”, Proceedings of the AAAI Conference on Artificial Intelligence, 36(11), (2022). <https://doi.org/10.1609/aaai.v36i11.21557>
- [16] Benhadj, Y., El Messaoudi, M. y Nfissi, A., “Artificial intelligence in education: Integrating serious gaming into the language class classdojo technology for classroom behavioral management.”, IAES International Journal of Artificial Intelligence, 8(4), 382, (2019). <https://doi.org/10.11591/ijai.v8.i4.pp382-390>
- [17] Aparicio Gómez, W. O., “La Inteligencia Artificial Y Su Incidencia En La Educación: Transformando El Aprendizaje Para El Siglo XXI”, Revista Internacional De Pedagogía E Innovación Educativa 3(2), 217-229, (2023). <https://doi.org/10.51660/ripie.v3i2.133>
- [18] España. Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Boletín Oficial del Estado, núm. 52, de 2 de marzo de 2022.
- [19] López Gómez, S., Martín Gómez, S. y Vidal Esteve, M. I., “Análisis De Aplicaciones móviles Dirigidas a La Infancia: Características técnicas, pedagógicas, De diseño Y Contenido”, Revista Iberoamericana De Educación 85(1), 81-100, (2021). <https://doi.org/10.35362/rie8514013>
- [20] Álvarez-Herrero, J. F., “Diseño, validación e implementación de una ficha de análisis de herramientas web 2.0 entre futuros docentes de Educación Infantil”, En E. Colomo, E. Sánchez, E. Sánchez y A. Cívico (Coords.), La tecnología educativa hoy, 177-180. UMA Editorial.
- [21] Ng, D. T. K., Lee, M., Tan, R. J. Y., Hu, X., Downie, J. S. y Chu, S. K. W., “A review of AI teaching and learning from 2000 to 2020.”, Education and Information Technologies, 28(7), 8445-8501, (2023).
- [22] Cope, B., Kalantzis, M. y Sears-Smith, D., “Artificial intelligence for education: Knowledge and its assessment in AI-enabled learning ecologies”, Educational Philosophy and Theory, 53(12), 1229-1245, (2021). <https://doi.org/10.1080/00131857.2020.1728732>
- [23] Ali, M. y Abdel-Haq, M. K., “Bibliographical Analysis of Artificial Intelligence Learning in Higher Education: Is the Role of the Human Educator and Educated a Thing of the Past?.”, En Fostering Communication and Learning with Underutilized Technologies in Higher Education, edited by Mohammed Banu Ali and Trevor Wood-Harper, 36-52. Hershey, PA: IGI Global, (2021). <https://doi.org/10.4018/978-1-7998-4846-2.ch003>

# Percepción del Estudiantado para Maestro sobre la Integración Curricular del Pensamiento Computacional en su Proceso Formativo

Ruben Lijo<sup>\*a,b</sup>, María A. Calcines<sup>c</sup>, Alexis López-Puig<sup>d</sup>, Alberto Zapatera<sup>e</sup> y Eduardo Quevedo<sup>f</sup>  
<sup>a</sup>Power Consulting, Hitachi Energy, 28037 Madrid, España; <sup>b</sup>Escuela de Doctorado y Estudios de Posgrado, Universidad de La Laguna (ULL), 38200 San Cristobal de La Laguna, España;  
<sup>c</sup>Departamento de Educación, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), 35017;  
<sup>d</sup>Agencia Canaria de Calidad Universitaria y Evaluación Educativa, Las Palmas de Gran Canaria, 35014; <sup>e</sup>Universidad Cardenal Herrera CEU, Elche, 03203; <sup>f</sup>Instituto Universitario de Microelectrónica Aplicada (IUMA), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), 35017

## ABSTRACT

La inclusión del Pensamiento Computacional en los currículos de la educación no universitaria hace necesaria su correspondiente implementación en la formación inicial del futuro docente. Con objetivo de integrarlo a través de metodologías activas para la adquisición de competencias matemáticas, se plantea el proyecto de innovación educativa Metodologías Didácticas Activas para la Integración del Pensamiento Computacional en la Formación del Estudiantado para Maestro (PENSACT), en el que se propone la integración curricular del Pensamiento Computacional en la etapa de formación del Estudiante para Maestro (EPM) en los Grados en Educación Infantil y Primaria. En este artículo se presentan los principales objetivos del proyecto, así como la metodología que se seguirá durante la consecución de estos y que contemplará varias metodologías activas. Asimismo, como fase inicial del proyecto, se plantea una experiencia piloto de Pensamiento Computacional basada en la propuesta de desarrollo de una Situación de Aprendizaje (SA) vinculada a conceptos de didáctica de la matemática. Como resultados preliminares de la fase de *pretest*, se ha podido cuantificar la percepción del EPM sobre el Pensamiento Computacional y su integración curricular, cuantificándose un mayor porcentaje de respuestas neutras y negativas en lo que respecta a su grado de familiarización. Así, mediante esta experiencia propuesta se pretende incidir directamente en el trabajo del alumnado con el currículo propuesto por la Ley Orgánica 3/2020 de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo (LOMLOE) y, en particular, en la vinculación entre las habilidades asociadas al Pensamiento Computacional y la Didáctica de la Matemática y la Didáctica de las Ciencias Experimentales.

**Keywords:** Pensamiento Computacional, metodologías activas, resolución de problemas, didáctica de la matemática, tecnología educativa.

## 1. INTRODUCCIÓN

El Pensamiento Computacional es una habilidad cognitiva que involucra la resolución de problemas utilizando procesos lógicos y algorítmicos similares a los utilizados en la programación. En el contexto particular de las competencias matemáticas, el Pensamiento Computacional ayuda a abordar problemas matemáticos y desarrollar habilidades en áreas como la formulación y resolución de problemas, o la modelización y la interpretación de datos. Al enseñar y fomentar el Pensamiento Computacional, se ayuda a los estudiantes a mejorar su capacidad para abordar problemas matemáticos y desarrollar habilidades valiosas que pueden aplicar en su vida personal y profesional<sup>1</sup>. Por otra parte, el Pensamiento Computacional permite, así mismo iniciarse en la interpretación del entorno y responder de forma creativa a las situaciones y retos que se plantean<sup>2</sup>.

En el desarrollo curricular de la Ley Orgánica 3/2020 de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo (en adelante LOMLOE), se introduce el Pensamiento Computacional asociado a la adquisición de competencias relacionadas en Educación Infantil con el área de descubrimiento y la exploración del entorno y en Educación Primaria con las materias de Matemáticas y de Conocimiento del Medio Natural, Social y Cultural<sup>3-7</sup>. Esta

situación está alineada con el panorama general a nivel europeo, en el que se sigue una tendencia al alza de integración de Pensamiento Computacional en las distintas etapas de la educación obligatoria<sup>8</sup>.

En este contexto y centrándose en la formación del Estudiantado para Maestro (EPM), da comienzo el Proyecto de Innovación Educativa (PIE) denominado Metodologías Didácticas Activas para la Integración del Pensamiento Computacional en la Formación del Estudiantado para Maestro (PENSACT). En este PIE se propone dar respuesta a la necesidad docente concerniente al uso de Pensamiento Computacional mediante la aplicación de metodologías didácticas activas. A través de este enfoque, se pretende buscar una experiencia activa de aprendizaje de las matemáticas y el conocimiento del medio, contando con la incorporación de experiencias manipulativas. Con este fin, se considerará tanto el Pensamiento Computacional desenchufado, es decir, sin tecnología, como otras experiencias basadas en la programación y en la robótica, así como de experiencias virtuales equivalentes<sup>9</sup>.

Por tanto, el objetivo global de este PIE consiste en mejorar y optimizar la adquisición de conocimientos de Pensamiento Computacional por parte del EPM, relacionados con las competencias matemáticas y las sinergias con otras áreas de Didácticas Específicas, a partir de su implementación en intervenciones basadas en metodologías activas. Las asignaturas que serán objetivo de las distintas intervenciones del PIE pertenecen a las titulaciones del Grado en Educación Infantil y del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), Universidad de La Laguna (ULL) y Universidad Cardenal Herrera de Elche (UCH-CEU). Como primer paso se plantea en el proyecto estudiar la percepción del EPM de la integración curricular del Pensamiento Computacional en su proceso formativo.

El artículo se estructura como sigue: la sección 2 incluye la metodología utilizada, partiendo del plan de trabajo del PIE en el que se integra la experiencia; la sección 3 presenta el diseño de la experiencia piloto desarrollada como primer paso del PIE, así como los resultados preliminares de un *pretest* llevado a cabo en la Situación de Aprendizaje (SA) planteada; mientras que la sección 4 resalta las principales conclusiones que se extraen a partir del trabajo llevado a cabo.

## 2. METODOLOGÍA

El PIE comentado incluye un plan de trabajo, dispuesto para la consecución de los correspondientes objetivos específicos, que se distribuye en las siguientes tareas:

1. Revisión de la literatura sobre la aplicación de metodologías activas en la integración curricular del Pensamiento Computacional durante la formación del EPM.
2. Diseño de SA para comenzar a introducir la integración del Pensamiento Computacional en las asignaturas que participen en el PIE.
3. Realización de intervenciones de aula conforme a las SA desarrolladas para cuantificar en qué medida el uso de metodologías activas contribuye a la mejora en la adquisición de conocimientos de Pensamiento Computacional para su aplicación a la Didáctica de la Matemática.
4. Exploración de las sinergias generadas en materia de Pensamiento Computacional entre el área de Didáctica de la Matemática y el área de Didácticas de las Ciencias Experimentales.

Para desarrollar el plan de trabajo se han establecido cinco equipos a los que se han asignado los alcances de trabajo que se muestran en la Tabla 1.

Tabla 1. Establecimiento de equipos de trabajo

<b>Equipos</b>	<b>Alcances</b>
Equipo 1	Diseño de SA
Equipo 2	Docencia en la ULPGC
Equipo 3	Docencia en la ULL
Equipo 4	Docencia en el UCH-CEU
Equipo 5	Virtualización

Se ha realizado una secuenciación de las tareas a lo largo de los dos cursos académicos de duración del proyecto y divididas en cuatrimestres y alcances. El primer curso académico se centra en la definición de SA, incluyendo algunas experiencias piloto de intervenciones en el aula, para entonces realizar el grueso de las intervenciones en aula en el curso académico 2024/2025. Las tareas específicas del curso 2023/2024 son las expuestas en la Tabla 2.

Tabla 2. Planificación temporal curso 2023/2024

Tareas	Equipo responsable	Temporalización
Revisión de la literatura	Todos los equipos en su alcance	Todo el curso 2023/2024
Diseño de SA	Equipo 1 y Equipos 2-4	Todo el curso 2023/2024
Experiencias piloto	Equipos 2-4	1º semestre del curso 2023/2024
Intervenciones en aula	Equipos 2-4	2º semestre del curso 2023/2024
Intervención TIC transversal	Equipo 5	2º semestre del curso 2023/2024

En cuanto al diseño de SA, se desarrollarán considerando el uso de metodologías activas de aprendizaje con el fin de mejorar la integración curricular del Pensamiento Computacional en Educación Infantil y Primaria. Para ello, se tomará como referencia el currículo de la Comunidad Autónoma de Canarias y, centrándose en los sentidos definidos en el currículo propuesto por la LOMLOE, se relacionará en didáctica de la matemática con los sentidos numérico, algebraico, espacial, de la medida y estocástico. Cada uno de estos sentidos se trabajará mediante el Pensamiento Computacional en las asignaturas objeto de intervención en este PIE según los respectivos Proyectos Docentes de las asignaturas de las universidades participantes. Asimismo, el sentido socioafectivo definido en el currículo como uno de los objetivos en el desarrollo curricular se abordará de manera directa, fomentando el trabajo en equipo, la inclusión, el respeto y la diversidad mediante las metodologías activas propuestas en este PIE.

En cuanto a las metodologías activas, se trabajarán fundamentalmente las alineadas con investigaciones previas del equipo del Grupo de Innovación Educativa (GIE) en las que se ponen de manifiesto sus beneficios en la integración del Pensamiento Computacional en las dinámicas de aula<sup>10-11</sup>, esto es, aprendizaje cooperativo, aprendizaje basado en proyectos, gamificación y aprendizaje basado en el pensamiento.

Para el diseño de cada SA, se establecerán las necesarias coordinaciones con los equipos de docencia y virtualización. En cuanto a las intervenciones en el aula, se centrarán en el desarrollo de las SA diseñadas con el objetivo de recoger la descripción y los resultados de cada intervención para tareas de investigación posteriores. Al mismo tiempo, el equipo de virtualización se encargará de la creación de actividades de virtualización centradas en el algoritmo como fin o como medio.

Con respecto a los criterios para el diseño de SA, estas se realizarán según la plantilla diseñada para tal fin, en la que el equipo de trabajo irá incluyendo los elementos curriculares que correspondan al proyecto de la asignatura correspondiente; esto es: objetivos, competencias, contenidos, estrategias metodológicas y criterios de evaluación. Para comprobar el grado de efectividad en la consecución de los objetivos propuestos, se seleccionará una de las metodologías activas mencionadas anteriormente por cada SA. La selección de recursos, agrupamientos y espacios dependerá del tipo de metodología establecida en cada SA. Es fundamental analizar el desarrollo de la SA y proponer las mejoras que se estimen necesarias por parte de los equipos de docencia. Todo ello se recogerá en el apartado valoración del ajuste.

De manera alineada con los objetivos del proyecto PENSACT, se ha diseñado una experiencia piloto que será desarrollada a lo largo del curso académico 2023/2024. El diseño de dicha experiencia piloto se presenta en el siguiente apartado *Resultados*, como la primera acción de PENSACT. Además, se presentarán algunos resultados preliminares de la experiencia, que se alinean con la percepción del EPM de la integración curricular del Pensamiento Computacional en su proceso formativo.

### 3. RESULTADOS

En este apartado se detallará el diseño de dicha experiencia, así como los instrumentos que se emplearán para la cuantificación de su impacto en el aula. La muestra objetivo en este caso será el conjunto del EPM de las asignaturas de los Grados en Educación Infantil y en Educación Primaria que sean seleccionadas para la intervención. Asimismo, la población que se pretende representar es el estudiantado de los Grados de Educación Infantil y Primaria de las universidades participantes en la experiencia piloto, y la muestra la componen los estudiantes de aquellas asignaturas en las que se realiza la intervención. Así, en este caso el estudio pretende servir de punto inicial de partida a partir del cual continuar estudiando las implicaciones de integrar Pensamiento Computacional con metodologías activas en la formación del EPM.

#### 3.1 Diseño de la intervención

La intervención de la experiencia piloto pretenderá fomentar un aprendizaje activo por parte del EPM mediante la metodología del aprendizaje colaborativo durante la ejecución de las tareas planteadas. Además, se promoverá el aprendizaje basado en el pensamiento durante la evaluación final, solicitando al estudiantado un informe de metacognición.

Esta experiencia piloto será desarrollada en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), en la Universidad de La Laguna (ULL) y en la Universidad CEU Cardenal Herrera (CEU), dentro del marco de colaboración que ofrece el proyecto de innovación educativa PENSACT. La actividad llegará a una muestra aproximada de 250 estudiantes distribuidos en las siguientes asignaturas: en el Grado en Educación Infantil participarán las asignaturas de Matemáticas y su Didáctica II (ULPGC), Didáctica de la Matemática (ULL) y Desarrollo del Pensamiento Matemático (CEU); y en el Grado en Educación Primaria participará la asignatura de Fundamentos de Matemáticas para el Maestro de Primaria I (CEU).

Como herramienta para guiar la intervención, se ha elaborado una *webquest* con la que el alumnado pueda implicarse activamente en la creación de tapetes vinculados a los contenidos de didáctica de la matemática expuestos en cada asignatura, y vinculando la actividad asimismo a los objetivos de desarrollo del Pensamiento Computacional expuestos en el marco regulatorio de la LOMLOE. Se fomentará el aprendizaje colaborativo mediante la creación de grupos de trabajo para el desarrollo de la actividad guiada con la *webquest*. Se ha desarrollado una *webquest* pública adaptada al Grado en Educación Primaria<sup>12</sup>, y otra *webquest* equivalente adaptada al Grado en Educación Infantil<sup>13</sup>.

Así, los grupos de trabajo deberán desarrollar de manera colaborativa las actividades propuestas en la *webquest*, comenzando por el análisis de los elementos del currículo de la LOMLOE relacionados con la didáctica de la matemática y con el Pensamiento Computacional. Se propone a posteriori el desarrollo de un tapete robótico que poder emplear bien presencialmente con los robots disponibles en el aula, o bien virtualmente con la aplicación desarrollada por el equipo docente<sup>14</sup>. En paralelo se propone que el alumnado plantee una actividad que emplee el tapete propuesto y trabaje sobre alguno de los conceptos estudiados a lo largo de la asignatura. Y, para finalizar esta primera actividad, se propone que el alumnado haga entrega del tapete robótico propuesto de tal forma que pueda ser impreso por el equipo docente para llevarlo a la sesión práctica final.

Con todos los tapetes propuestos por el alumnado, se llevará a cabo una sesión práctica final en el aula, en la que cada grupo de trabajo pueda presentar su propuesta de actividad y ponerla en práctica con los robots disponibles en el aula. Además, se solicita que el alumnado entregue un informe de metacognición final en el que realice un proceso reflexivo sobre los aprendizajes logrados a lo largo de la actividad propuesta. Este informe se basará en la escalera de la metacognición<sup>1</sup>.

#### 3.2 Diseño de la investigación

La experiencia piloto tendrá como objetivo hacer una evaluación preliminar de qué significa el Pensamiento Computacional para el alumnado, y cuál es su conocimiento sobre su papel en el currículo de Educación Infantil y de Educación Primaria (según la titulación a la que pertenezca la asignatura en la que se realice la intervención).

La metodología de investigación asociada a la intervención será un diseño de método mixto, con un apartado cuantitativo de diseño preexperimental *pretest/postest*, que será finalmente complementado con un apartado de investigación cualitativa de estudio de caso. El objetivo de la fase cuantitativa será el de sentar las bases iniciales del proyecto, comprendiendo cómo una intervención de las características planteadas puede impactar en la sensibilización del EPM con el Pensamiento Computacional, así como en la adquisición de competencias y habilidades para implementar estas

herramientas de tecnología educativa en su posterior práctica docente. Por otro lado, el objetivo de la fase cuantitativa se centrará en aportar matices para una comprensión más profunda de lo que la intervención ha implicado para el EPM.

Para la evaluación de la experiencia a la luz de la metodología descrita, se ha desarrollado un instrumento compuesto por tres módulos: un primer módulo *pretest/postest* sobre cuestiones cuantitativas generales con respecto a la familiarización con el Pensamiento Computacional y su papel en el currículo (Tabla 3); un segundo módulo de cuestiones cuantitativas adicionales a añadir al *postest* (Tabla 4); y un tercer módulo con cuestiones cualitativas adicionales a añadir al *postest* (Tabla 5). El instrumento está basado en los trabajos previos de Santaengracia *et al.*<sup>15</sup> y Alamo *et al.*<sup>16</sup>.

Tabla 3. *Pretest/postest* de escala Likert de 5 niveles. Módulo sobre cuestiones cuantitativas generales con respecto a la familiarización con el Pensamiento Computacional y su papel en el currículo.

<b>Preguntas</b>	
1.	Entiendo a qué nos referimos con el término <i>Pensamiento Computacional</i> .
2.	Creo que estoy preparado o preparada para trabajar con el Pensamiento Computacional en mi contexto laboral (según mi rol: aula, evaluación, inspección, etc.).
3.	Creo que, en general, el profesorado en España está preparado para trabajar con el Pensamiento Computacional en el aula.
4.	Creo que la disciplina más afín para la inclusión del Pensamiento Computacional en el aula es la de matemáticas.
5.	La robótica educativa puede ser una herramienta efectiva en la Educación Infantil o Primaria (según aplique).
6.	La formación que estoy recibiendo actualmente me enfoca de manera adecuada a los retos que se me presentarán durante mi vida profesional.
7.	Estoy familiarizado con el nuevo currículo de la LOMLOE para Educación Infantil o Primaria (según aplique a su caso).
8.	Comprendo el papel que adquiere el Pensamiento Computacional en el nuevo currículo de la LOMLOE en Educación Infantil o Primaria (según aplique a su caso).
9.	Estoy adecuadamente preparado o preparada para aplicar el Pensamiento Computacional tal y como se expresa en el currículo LOMLOE para Educación Infantil o Primaria (según aplique a su caso).

Tabla 4. Cuestiones cuantitativas adicionales para añadir al *postest*, con escala Likert de 5 niveles.

<b>Preguntas</b>	
10.	La actividad de clase me ha ayudado a comprender mejor el papel del Pensamiento Computacional en el nuevo currículo y cómo trabajarlo en el aula de Educación Infantil y/o Educación Primaria (el que aplique).
11.	El desarrollo práctico de la actividad me ha ayudado a familiarizarme con el uso de la robótica educativa aplicada a Educación Infantil y/o Educación Primaria (el que aplique).
12.	El desarrollo práctico de la actividad me ha ayudado a familiarizarme con el Pensamiento Computacional y los elementos de programación básica.
13.	Durante la actividad, la colaboración con mis compañeros y compañeras ha contribuido a mi aprendizaje.
14.	Durante la actividad, he sido consciente de mi propio aprendizaje.
15.	Las preguntas propuestas en la escalera de la metacognición han contribuido al desarrollo de mi capacidad crítica y reflexiva.

Además de las cuestiones anteriores, referidas a la percepción subjetiva del alumnado sobre el Pensamiento Computacional y el impacto de la actividad realizada, se cuantificarán parámetros adicionales que servirán para medir el proceso de razonamiento que los estudiantes siguen a la hora de resolver los problemas mediante las habilidades del Pensamiento Computacional. Estas habilidades incluyen la observación, descomposición y secuenciación de los pasos necesarios para la resolución de un problema. Así, durante la fase de presentación en el aula de las actividades propuestas por cada grupo de trabajo, se cuantificarán para cada grupo los parámetros de la Tabla 6 a modo de *checklist*<sup>17</sup>.

Además de lo anterior, las preguntas incluidas en la escalera de la metacognición servirán para analizar de manera cuantitativa en qué medida el alumnado ha sido consciente de su propio aprendizaje, así como cuáles son los principales aspectos que resalta a lo largo del proceso. Así, se pedirá al alumnado que reflexione sobre las siguientes cuestiones: ¿Qué he aprendido?, ¿Cómo lo he aprendido?, ¿Qué ha resultado más fácil, más difícil, más novedoso?, ¿Cómo lo puedo mejorar/Para qué me ha servido? De esta manera, se fomenta que el alumnado sea consciente del tipo de pensamiento

realizado, describa la estrategia empleada para adquirir el conocimiento, evalúe la eficacia para el aprendizaje de este conocimiento antes, durante y después de la realización de la tarea, y sea capaz de adelantarse en la planificación de actividades futuras.

Tabla 5. Cuestiones cualitativas adicionales para añadir al *postest*.

16. ¿Qué piensas acerca de la implementación de actividades de robótica educativa en la Educación Infantil y/o Educación Primaria (el que aplique)?
17. ¿Qué piensas acerca de la experiencia de aprendizaje activo que has experimentado en esta asignatura, en la que has podido desarrollar una actividad de aprendizaje empleando robótica educativa enfocada a un potencial uso en el aula de Educación Infantil y/o Educación Primaria (el que aplique)?
18. ¿Qué piensas acerca de la colaboración con tus compañeros y compañeras en equipos de trabajo para la resolución de la tarea?
19. ¿Qué ventajas y/o inconvenientes has apreciado en la resolución de la tarea colaborando con tus compañeros y compañeras en equipos de trabajo?
20. ¿Qué piensas de la metacognición como estrategia de razonamiento durante el aprendizaje?
21. Indica en este espacio cualquier otra observación sobre la actividad desarrollada.
22. Indica en este espacio cualquier otra observación sobre el Pensamiento Computacional y su papel en el currículo de Educación Infantil y/o Educación Primaria (el que aplique).

Tabla 6. Checklist sobre el proceso de razonamiento del alumnado a la hora de resolver problemas.

	Sí	No
1. Observa el problema antes de actuar.		
2. Divide el problema en pasos sencillos.		
3. Secuencia los pasos para la resolución del problema.		
4. Resuelve el problema.		
5. Identifica la posición relativa de los objetos en el espacio e interpreta los movimientos.		
6. Utiliza el robot adecuadamente.		
7. Participa en la resolución de problemas de manera tangible mediante la programación.		
8. Programa la ruta del robot.		

### 3.3 Pretest preliminar

De manera preliminar, este apartado pretende mostrar los resultados iniciales obtenidos mediante el *pretest* en las asignaturas de Matemáticas y su Didáctica II (ULPGC) y Desarrollo del Pensamiento Matemático (UCH-CEU), pertenecientes al Grado en Educación Infantil, y Fundamentos de Matemáticas para el Maestro de Primaria I (UCH-CEU), perteneciente al Grado en Educación Primaria. En esta fase preliminar ha participado un total de 134 estudiantes, de los cuales un 73.1% fueron mujeres y el 26.9% restante hombres. En la muestra no hubo presencia de personas declaradas como no binarias.

Del alumnado participante, un 92.5% declara estar cursando la asignatura por primera vez. Además, se solicitó que evaluaran su interés por la asignatura en una escala Likert de cinco (5) niveles, siendo uno (1) “muy bajo” y cinco (5) “muy alto”. El valor medio resultante de la evaluación realizada por los participantes fue de 3.72, con una desviación estándar de 0.791. Esto muestra que el interés por la asignatura es predominantemente positivo, con un 58.2% de respuestas positivas (interés alto o muy alto), y un 40.3% de respuestas neutrales.

La Tabla 7 muestra los resultados del *pretest* facilitado al alumnado, medido sobre la escala Likert de cinco (5) niveles, donde uno (1) es “muy en desacuerdo” y cinco (5) “muy de acuerdo”. Se puede observar cómo las preguntas que obtuvieron un mayor grado de acuerdo son las 4, 5 y 6. Así, los participantes se mostraron de acuerdo con la idea de que la robótica educativa pueda ser una herramienta efectiva en la Educación Infantil o Primaria (según aplicaba al Grado que se encuentren cursando), con un 56.3% de respuestas positivas. De manera equivalente, hay un mayor porcentaje de participantes que considera que la formación que reciben los prepara adecuadamente para los futuros retos a los que se enfrentarán en su vida profesional, con un 46.6% de respuestas positivas. Sin embargo, en ambos casos existe un elevado porcentaje de valoraciones neutrales, con porcentajes respectivos de 27.1% y 38.3%. De igual manera, el alumnado muestra una tendencia a estar de acuerdo con la afirmación de que las matemáticas son la disciplina más afín para la

incorporación del Pensamiento Computacional, así como con su nivel de familiarización con el nuevo currículo de la LOMLOE.

En lo referente a la familiarización de los estudiantes con el Pensamiento Computacional, las respuestas son fundamentalmente neutrales con una ligera tendencia a la baja. Se puede observar cómo para las preguntas 1, 2, 3, 8 y 9, los valores medios de las respuestas son inferiores al neutral. Esto estaría mostrando cómo el alumnado en el momento del *pretest* aún no está suficientemente familiarizado con el concepto de Pensamiento Computacional y su aplicación en el aula, lo cual abre una ventana de oportunidad a la intervención propuesta. Por ello, los resultados esperados tras la intervención que se propone incluyen un aumento de la sensibilización del alumnado con el Pensamiento Computacional, así como un aumento de sus habilidades en lo referente al desarrollo de SA que vinculen el Pensamiento Computacional con la didáctica de la matemática.

Tabla 7. Resultados del *pretest* sobre cuestiones cuantitativas generales con respecto a la familiarización con el Pensamiento Computacional y su papel en el currículo.

ID	Pregunta	Media	DE
1	Entiendo a qué nos referimos con el término “Pensamiento Computacional”.	2.78	0.991
2	Creo que estoy preparado o preparada para trabajar con el Pensamiento Computacional en mi contexto laboral (según mi rol: aula, evaluación, inspección, etc.).	2.91	1.01
3	Creo que, en general, el profesorado en España está preparado para trabajar con el Pensamiento Computacional en el aula.	2.85	0.977
4	Creo que la disciplina más afín para la inclusión del Pensamiento Computacional en el aula es la de matemáticas.	3.28	0.984
5	La robótica educativa puede ser una herramienta efectiva en la Educación Infantil o Primaria (según aplique).	3.51	1.11
6	La formación que estoy recibiendo actualmente me enfoca de manera adecuada a los retos que se me presentarán durante mi vida profesional.	3.41	0.986
7	Estoy familiarizado con el nuevo currículo de la LOMLOE para Educación Infantil o Primaria (según aplique a su caso).	3.08	0.958
8	Comprendo el papel que adquiere el Pensamiento Computacional en el nuevo currículo de la LOMLOE en Educación Infantil o Primaria (según aplique a su caso).	2.69	0.986
9	Estoy adecuadamente preparado o preparada para aplicar el Pensamiento Computacional tal y como se expresa en el currículo LOMLOE para Educación Infantil o Primaria (según aplique a su caso).	2.60	0.997

Además, en términos comparativos, se ha planteado un análisis de diferencia de medias para detectar si existen diferencias significativas de percepción por género, universidad o grado. Para la comparativa entre grados se han considerado los Grados en Educación Infantil y Primaria de la UCH-CEU, por no disponerse aún de datos en ambos grados para la ULPGC en el momento de análisis preliminar de resultados. Tras la comprobación de no normalidad en la muestra a través del test Shapiro-Wilk, se ha seleccionado la prueba estadística no paramétrica de diferencia de medias de la *U* de Mann-Whitney. Estas pruebas estadísticas se han desarrollado mediante el uso del software Jamovi<sup>18</sup>, considerando un nivel de confianza del 95%.

Se ha podido comprobar que no existen diferencias significativas en ninguna de las preguntas del *pretest* con respecto al género o al grado. Sin embargo, como se puede apreciar en la Tabla 8, sí que existen diferencias significativas entre las dos universidades analizadas para las preguntas ID3 e ID6.

En el caso de la percepción sobre la preparación del profesorado para trabajar con el Pensamiento Computacional en el aula (ID3), el alumnado participante por parte de la UCH-CEU ha mostrado una percepción significativamente más positiva que el alumnado perteneciente a la ULPGC, con respectivas medias de 3.06 frente a 2.32 sobre la escala Likert de 5 puntos. Además, en lo que respecta a la percepción de que la formación que el EPM está recibiendo le capacite adecuadamente para los futuros retos que implicará la vida profesional (ID6), también se observa una percepción significativamente más positiva en el alumnado de la UCH-CEU, con un valor medio de 3.59 frente al 2.97 cuantificado en el alumnado de la ULPGC.

Tabla 8. Comparación sobre la familiarización con el Pensamiento Computacional y su papel en el currículo entre los alumnos de la ULPGC y la UCH-CEU.

ID	1	2	3	4	5	6	7	8	9
<i>p</i> -valor	0.819	0.853	<0.001	0.069	0.576	<0.001	0.544	0.937	0.091

Cabe destacar que no se han encontrado diferencias significativas en las preguntas directamente enfocadas a la cuantificación del nivel de familiarización del alumnado con el Pensamiento Computacional y su papel en la nueva ordenación curricular propuesta por la LOMLOE. Por tanto, se puede apreciar con este *pretest* preliminar que ambas universidades parten con un nivel similar en lo que se refiere a experiencias previas con el Pensamiento Computacional y, por tanto, podrán beneficiarse de maneras comparables de la intervención a desarrollar, así como del total de intervenciones y actividades que se propondrán en el marco del PIE PENSACT a lo largo de los cursos académicos 2023/2024 y 2024/2025.

#### 4. CONCLUSIONES, TRABAJOS FUTUROS Y LIMITACIONES

Como conclusión, el PIE PENSACT pretende mejorar la adquisición de competencias y conocimientos sobre Pensamiento Computacional por parte del EPM. A lo largo de sus dos años de duración, el proyecto fomentará actividades basadas en metodologías activas que relacionen la adquisición de competencias en Pensamiento Computacional con las competencias matemáticas y las sinergias con otras áreas de Didácticas Específicas.

A partir de la primera aproximación a la familiarización del EPM con el Pensamiento Computacional, se ha podido observar en los resultados cómo el *pretest* preliminar muestra una situación de la formación inicial del EPM con respecto a este aspecto potencialmente mejorable. Si bien la percepción del alumnado es positiva en lo que respecta a la afinidad del Pensamiento Computacional con las matemáticas, al papel de la robótica educativa en los niveles de Educación Infantil y Primaria y a la calidad de la formación recibida, puede observarse cómo la familiarización sobre el concepto de Pensamiento Computacional y su aplicación tiende más bien hacia el lado negativo de la balanza, es decir, el EPM considera que no está suficientemente preparado en este aspecto.

A partir de lo observado en este *pretest* preliminar, se espera que, a lo largo del desarrollo del PIE PENSACT, las actividades realizadas puedan tener un impacto positivo en la percepción del EPM sobre la utilidad y el desarrollo del Pensamiento Computacional en su futuro ejercicio docente. Considerando que las dos universidades analizadas en el *pretest* parten de niveles iniciales similares en lo relativo al grado de familiarización con el Pensamiento Computacional y su integración curricular, el PIE puede tener un impacto semejante en ellas. Se analizarán, además, las posibles diferencias en el impacto de este tipo de experiencias según las distintas metodologías activas de aprendizaje a emplear. Además, se espera que estas actividades mejoren sus habilidades en materia de Pensamiento Computacional, y su concienciación sobre las exigencias del nuevo currículo LOMLOE en lo que respecta al trabajo del Pensamiento Computacional vinculado a las disciplinas de Didáctica de la Matemática y Didáctica de las Ciencias Experimentales.

Las principales limitaciones de este artículo se centran en el hecho de que se enfoca en la descripción de los objetivos principales y el planteamiento inicial del PIE PENSACT, que se encuentra en fase inicial de ejecución. Es por ello que los resultados presentados son aún preliminares y tienen por objetivo ofrecer un primer acercamiento al nivel de familiarización de una parte de la muestra objetivo con el Pensamiento Computacional y su integración curricular. En esta línea, se ha analizado este nivel inicial de familiarización inicial en un total de 134 estudiantes de la ULPGC y de la UCH-CEU, pero se espera que el *pretest* concluya con resultados completos procedentes del análisis de una muestra aproximada de 250 estudiantes, incluyendo también a la ULL. Además, tras la conclusión de la experiencia piloto se recopilarán datos para poder realizar un análisis completo del impacto de esta experiencia en las tres universidades. Una vez concluido, este análisis *pretest-postest* en su conjunto pretenderá servir de punto de partida sólido para el posterior desarrollo del PIE PENSACT y la progresiva implementación de las metodologías activas de aprendizaje con las que se evaluarán las implicaciones de distintas estrategias de integración del Pensamiento Computacional.

#### 5. AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha recibido financiación de la Convocatoria de Proyectos de Innovación Educativa 2023 - Proyecto de Innovación Educativa PIE-2023-56 “Metodologías Didácticas Activas para la Integración del Pensamiento

Computacional en la Formación del Estudiantado para Maestro (PENSACT)”. Se agradece al Grupo de Innovación Educativa GIE-56 “Diseño e Implementación de Sistemas Integrados” de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria su colaboración en este trabajo.

## REFERENCIAS

- [1] Swartz, R.J., Costa, A.L., Beyer, B.K., Reagan, R., Kallick, B. (2015). El aprendizaje basado en el pensamiento. Cómo desarrollar en los alumnos las competencias del siglo XXI. Ediciones SM.
- [2] 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](https://doi.org/10.25267/Rev_Eureka_ensen_divulg_cienc.2021.v18.i2.2301)
- [3] Gobierno de Canarias. (2022a). Decreto 196/2022, de 13 de octubre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Infantil en la Comunidad Autónoma de Canarias. Boletín Oficial de Canarias. <http://www.gobiernodecanarias.org/boc/2022/212/001.html>
- [4] Gobierno de Canarias. (2022b). Decreto 211/2022, de 10 de noviembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Canarias. Boletín Oficial de Canarias. <http://www.gobiernodecanarias.org/boc/2022/231/001.html>
- [5] Gobierno de España. (2020). Ley Orgánica 3/2020 de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial Del Estado. <https://www.boe.es/boe/dias/2020/12/30/pdfs/BOEA-2020-17264.pdf>
- [6] Gobierno de España. (2022a). Real Decreto 95/2022, de 1 de febrero, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Infantil. Boletín Oficial Del Estado. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/02/01/95>
- [7] Gobierno de España. (2022b). Real Decreto 157/2022, de 1 de marzo, por el que se establecen la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Primaria. Boletín Oficial Del Estado. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/01/157/con>
- [8] Bocconi, S., Chiocciariello, A., Kampylis, P., Dagiene, V., Wastiau, P., Engelhardt, K., Earp, J., Horvath, M. A., Jasute, E., Malagoli, C., Masiulionyte-Dagiene, V., & Stupuriene, G. (2022). Reviewing Computational Thinking in Compulsory Education. <https://doi.org/10.2760/126955>
- [9] Zapata-Ros, M. (2019). Pensamiento Computacional desenchufado. Education in the Knowledge Society (EKS), 20, 29. [https://doi.org/10.14201/eks2019\\_20\\_a18](https://doi.org/10.14201/eks2019_20_a18)
- [10] Piñero Charlo, J. C., Belova, N., Quevedo Gutiérrez, E., Zapatera Llinares, A., Arboleya-García, E., Swacha, J., López-Serentill, P., & Carmona-Medeiro, E. (2022). Preface for the Special Issue “Trends in Educational Gamification: Challenges and Learning Opportunities.” Education Sciences, 12(3), 179. <https://doi.org/10.3390/educsci12030179>
- [11] Quevedo Gutiérrez, E., & Zapatera Llinares, A. (2021). Assessment of Scratch Programming Language as a Didactic Tool to Teach Functions. Education Sciences, 11(9), 499. <https://doi.org/10.3390/educsci11090499>
- [12] Quevedo, E. (2023). Webquest: Medida Computacional en Educación Primaria. Accedido el 04/10/23: <https://sites.google.com/view/medida-computacional-primaria/home>
- [13] Quevedo, E. (2023). Webquest: Medida Computacional en Educación Infantil. Accedido el 04/10/23: <https://sites.google.com/view/medida-computacional-infantil/home>
- [14] Quevedo, E. (2023). Tapete Robótico online. Accedido el 04/10/23: <https://scratch.mit.edu/projects/379746856/>
- [15] Santaengracia, J.J., Palob, B., Rodríguez-Muñiz, L.J. (2023). Percepciones del Profesorado sobre Pensamiento Computacional. Estudio de una Formación. En Jiménez-Gestal, C., Magreñán, Á. A., Badillo, E. e Ivars, P. (Eds.), Investigación en Educación Matemática XXVI (pp. 491 – 498). SEIEM.
- [16] Alamo, J.; Quevedo, E.; Coll, A.S.; Ortega, S.; Fabelo, H.; Callico, G.M.; Zapatera, A. (2021). Sustainable Educational Robotics. Contingency Plan during Lockdown in Primary School. Sustainability, 13, 8388. <https://doi.org/10.3390/su13158388>
- [17] Hernández Moreno, C., Lijó Sánchez, R., Álamo Rosales, J., Gutiérrez Quevedo, E. (2023) Computational Thinking Intervention at the Transition Between Early-Childhood and Primary Education. VII Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Cooperación (CINAIC 2023).
- [18] The Jamovi project (2023). *Jamovi* (Versión 2.3) [Computer Software]. [Online]. Disponible: <https://www.jamovi.org/>



# Desigualdades de género en los estudios STEM

Teresa González Pérez\*

Área de Teoría e Historia de la Educación. Departamento de Historia y Filosofía de la Ciencia, la Educación y el Lenguaje. Universidad de La Laguna. Facultad de Educación, Campus Central, Edificio Central, Módulo B. 1ª planta, Apartado 456, 38204 La Laguna, Santa de Cruz de Tenerife\*.

## ABSTRACT

Throughout history women have had to fight to achieve their goals. Roles determine the spaces and tasks that each gender must develop within a certain social group. Both men and women have been marked by gender stereotypes. Gender stereotypes are beliefs about the characteristics associated with women and men that maintain gender discrimination. In the digital age, gender stereotypes are highly visible, a consequence of the supremacy of the male gender over the female. The STEM area (Science, Technology, Engineering and Mathematics) represents one of the great challenges for women as students and as professionals. The STEM gap is present in our society because women have been discriminated against in access to certain scientific careers. This educational modality or branch should be covered at all educational levels from childhood, even if they are not dedicated to a professional level. Today, women continue to challenge the impediments that perpetuate their undervaluation, underrepresentation, and even invisibility in the STEM field. The acceleration of technological advances in society increasingly requires professionals in the areas of technology, science or mathematics. In this work we address gender roles, stereotypes and inequalities, we analyze the presence of women in STEM studies as well as incentive programs for girls and women at the request of different entities and organizations.

**Keywords:** Gender Roles, Equality, STEM Studies, Incentive Programs

## 1. INTRODUCCIÓN

El género no es un asunto de mujeres, involucra a toda la sociedad. El género es el «conjunto de características diferenciadas que cada sociedad asigna a hombres y mujeres», construidas por el entorno social y cultural, y determina cómo hombres y mujeres deben comportarse dentro de la sociedad. Ambos tienen diferentes roles dentro de la sociedad, que fijan los espacios y las tareas que deben desarrollar. Los estereotipos de género son creencias relacionadas con las características asociadas a mujeres y hombres. Los estereotipos de género intervienen en la interiorización de la conducta, adjudicando roles sexuales y marcando diferencias. Algunas situaciones relacionadas con el género ocasionan las desigualdades que afectan a las mujeres. En la actualidad se ha conseguido un gran avance rompiendo moldes en este aspecto, aunque parece no ser suficiente para zanjar las desigualdades entre hombres y mujeres<sup>1</sup>. En el proceso de socialización, los estereotipos cumplen una función trascendental y provocan consecuencias negativas, dado que restringen el desarrollo integral de las personas “influyendo sobre sus preferencias, desarrollo de habilidades, aspiraciones, emociones, estado físico, rendimiento, etc.”<sup>2</sup>.

La igualdad significa que tanto mujeres como de hombres son iguales en derechos, responsabilidades y oportunidades. La igualdad se considera a la vez una cuestión de derechos humanos y una condición previa para el desarrollo sostenible. De ahí que se impulsen diversas acciones, planes y medidas de igualdad de género. Así se recoge en la Ley Orgánica 3/2007, de 22 de marzo, para la igualdad efectiva de mujeres y hombres, aprobada por el gobierno de España y conocida como “Ley de Igualdad”. Una Ley Orgánica encaminada a promover la igualdad, la eliminación de la discriminación contra las mujeres, cualquiera que sea su circunstancia o condición, en cualquiera de los ámbitos de la vida, instando a la educación

---

\* Catedrática de Universidad. Investigadora Principal del Proyecto de Investigación: “Empoderamiento femenino: educar para la incentivación del talento a STEM (EMPODERA)”. Referencia: 2020EDU05. Financiado por la Fundación CajaCanarias/Fundación “La Caixa” (2021-2024).

\*\* e-mail: [teregonz@ull.edu.es](mailto:teregonz@ull.edu.es); teléfono (0034) 922319209; fax (0034) 922319010

para la igualdad en todas las etapas educativas y, la promoción de la enseñanza y la investigación en el entorno universitario. No obstante, pese a la normativa, la igualdad efectiva está por alcanzar en el campo educativo, y en las distintas áreas de conocimiento se observan las brechas y sesgos de género.

Nuestro propósito es indagar en la igualdad de género y su proyección en los estudios STEM. Este trabajo forma parte del Proyecto de Investigación: “Empoderamiento femenino: educar para la incentivación del talento a STEM (EMPODERA)”. Referencia: 2020EDU05. Financiado por la Fundación CajaCanarias/Fundación “La Caixa” (2021-2024). Este estudio se inscribe en el contexto de la epistemología de las Ciencias Sociales. Empleamos una metodología de corte cualitativo y aplicamos el método de trabajo de análisis educativo con perspectiva de género, combinado con la técnica interpretativa de análisis documental y estadístico. Como soporte científico utilizamos diversas fuentes bibliográficas, legislativas y estadísticas, consultamos la literatura existente, así como los datos estadísticos ofrecidos por organismos oficiales (ONU, UE, MICINN, MEC). A continuación, estudiamos los datos de la Universidad de La Laguna, suministrados por el Gabinete de Planificación y Análisis (GAP), realizando una comparación de la presencia de mujeres y hombres en los grados de Ciencia, Tecnología, Ingeniería y Matemáticas (estudios STEM) en la Universidad de La Laguna, para terminar con las medidas de actuación y las conclusiones.

## 2. GÉNERO, EDUCACIÓN Y STEM

El término STEM en inglés, equivale a Science, Technology, Engineering and Mathematics, o lo que es lo mismo CTIM, siglas en español, Ciencias, Tecnologías, Ingenierías y Matemáticas. Los estudios STEM, en la actualidad, se han convertido en “el protagonista de la innovación educativa”<sup>3</sup>, pues nos encontramos en un contexto en el cual los estudios se deben adaptar a “los cambios en el mercado de trabajo que se están dando en el presente y las proyecciones futuras sobre nichos de mercado”. Además, dichos estudios han sido objeto de gran cantidad de indagaciones e investigaciones, que enfocan las diferentes realidades de las materias STEM, así como las competencias de necesario desarrollo en sus respectivos currículos y las motivaciones que presentan las personas detrás de la elección de estos<sup>4</sup>.

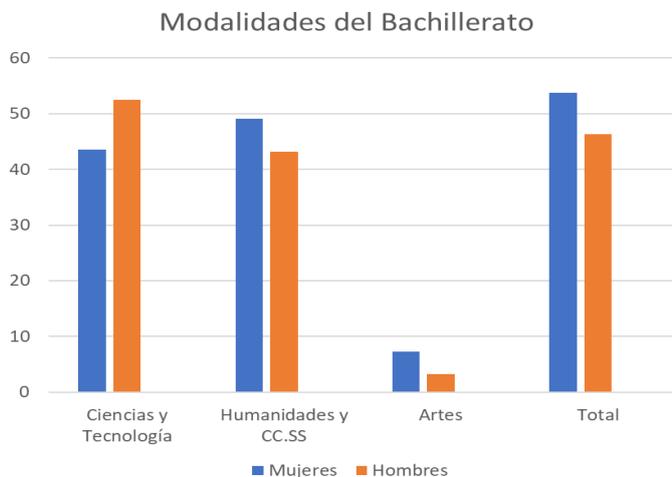
Desde una perspectiva sociocultural, los estereotipos de género explican la brecha en la educación STEM. Muchas de las carreras profesionales están estereotipadas, erróneamente, como masculinas, lo que podría explicar por qué el colectivo femenino no las elige. Estos "estereotipos académicos" sirven para alejar a las mujeres de determinados ámbitos educativos y laborales. La cultura ha arraigado en los estereotipos de género en la ciencia, causan preocupación al provocar una falta de identificación con la educación STEM en niñas y mujeres, generando no sólo actitudes negativas hacia la ciencia sino también un menor sentido de pertenencia, y por tanto, disminuye la intención de seguir los itinerarios STEM.

### 2.1 El contexto español

En España la relación entre la elección de los estudios de la rama STEM y el género ha sido considerablemente estudiada, concluyendo en que existe una diferencia clara “tanto en el acceso a grados STEM entre hombres y mujeres, como en las diferentes percepciones sobre estos estudios”<sup>5</sup>. Las disciplinas STEM presentan diversas características, pues aun considerándose con mayor demanda en el mercado laboral, la matriculación femenina es menor que en las carreras de Humanidades y Ciencias Sociales. Además, existe un sesgo de género entre las carreras STEM, a las cuales acceden principalmente hombres, y las carreras de Ciencias Sociales y Humanidades, a las que acceden mayor cantidad de mujeres<sup>6</sup>. En España, “solo el 16% de los profesionales del área de las STEM son mujeres, y muy pocas adolescentes, el 0,7%, están interesadas en estudiar un grado relacionado con las tecnologías digitales, frente al 7% de los hombres”<sup>7</sup>. En el curso 2021-2022, la presencia de hombres en el campo de estudio de Informática era mayoritaria, con un 85% de matriculados varones frente al 15% que representaban las mujeres.

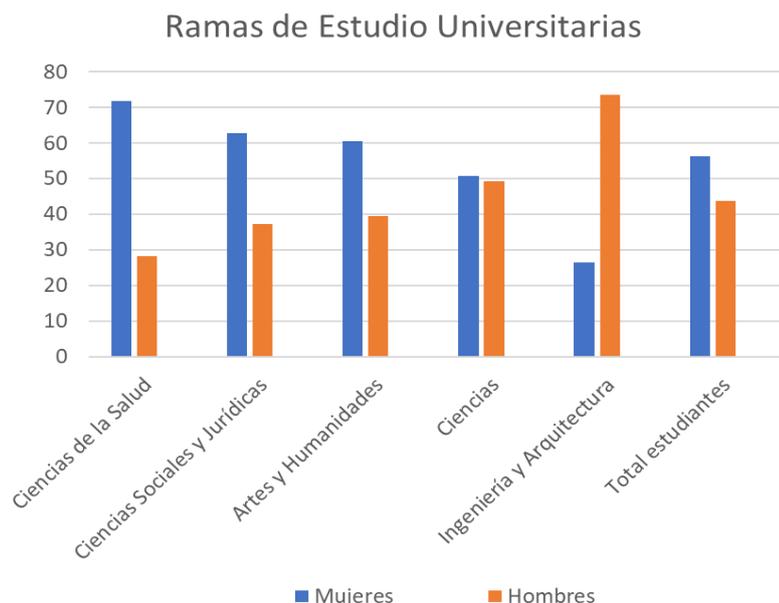
La edición del Informe Científicas en Cifras 2023, realizado por la Unidad de Mujeres y Ciencia (UMyC), publicado por el programa editorial del Ministerio de Ciencia e Innovación del gobierno de España en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT), revela la brecha de género, con una participación muy desigual y bastante inferior al género masculino. La educación en STEM es una cuestión de preocupación social y un tema de abordaje científico, cuyo diagnóstico es necesario para avanzar hacia la igualdad de género en el Sistema Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación. Según los Datos y Cifras publicadas por el Ministerio de Educación y Formación Profesional (2023) para el año escolar 2021-2022, el 53,7% del alumnado de bachillerato eran mujeres. Existe diferencia de género en

cada modalidad cursada, más de la mitad de los chicos (el 52,5%) optaron por la modalidad de Ciencias y Tecnología, en relación con el 43,6% de las jóvenes. Por modalidad cursada, las mujeres se distribuyen en un 49,1% en Humanidades y Ciencias sociales, un 43,6% en Ciencia y Tecnología y un 7,3% en Artes; mientras que los hombres se distribuyen en un 43,2% en Humanidades y Ciencias Sociales, un 52,5% en Ciencias y Tecnología, y un 3,3% en Artes.



Fuente: Informe Científicas en Cifras 2023 (UMyC). Elaboración propia

Las cifras indican una diferencia de 6 puntos porcentuales con mayor número de chicas en el área de Humanidades y Ciencias Sociales, con 4 puntos porcentuales más en la modalidad de Artes. Ambas áreas están tradicionalmente vinculadas a roles profesionales ocupados mayoritariamente por mujeres. En cambio, en la modalidad de Ciencias y Tecnología vemos una diferencia de 7 puntos porcentuales a favor de los chicos. Esta pequeña diferencia de base en la elección de estudios de bachillerato se acentúa posteriormente, con un menor porcentaje de mujeres que de hombres en las carreras técnicas al acceder a la formación superior universitaria, y que culmina con las diferencias de género que se constatan en el sistema de ciencia y tecnología. En las enseñanzas universitarias (grado, primer y segundo ciclo), las estudiantes representan el 56,3% del total de alumnado, distribuidas del siguiente modo: el 71,8% en la rama de Ciencias de la salud, 62,7% en la rama de Artes y humanidades y el 60,6% en Ciencias sociales y jurídicas. En la rama de Ciencias ellas se sitúan en torno a la mitad (50,8%), mientras que, en la rama de Ingeniería y arquitectura, las estudiantes solo representan un 26,5% del total del estudiantado. Estos datos son aún más bajos si se analiza el sector de las ingenierías, donde las alumnas representan solo un 20%. Los estudios técnicos han sido cursados fundamentalmente por varones, existiendo una minoría de mujeres en dichas carreras. Este fenómeno se considera motivado por una combinación de estereotipos de género y expectativas, razones que explican que los hombres se decanten por esta rama de estudio en mayor proporción que las mujeres. No obstante, se ha acentuado el número de féminas que han optado por estos estudios, sigue siendo insuficiente en términos de paridad. Por otra parte, si bien, el número de matriculadas es menor, el rendimiento académico es más alto que el de los hombres. En relación con los resultados académicos obtenidos por los matriculados en estudios STEM en España, se observa cómo tanto el género masculino como el femenino obtienen calificaciones similares. Sin embargo, destaca que los varones alcanzan “mejor nota en carreras vinculadas a las matemáticas, mientras que las mujeres presentan mejores resultados académicos en ingeniería y arquitectura”<sup>8</sup>. Ante esta situación, el Gobierno tiene previsto avanzar en la legislación en materia de igualdad salarial y de igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres en el empleo y la ocupación.



Fuente: Informe Científicas en Cifras 2023 (UMyC). Elaboración propia

El Gobierno de España ha llevado a cabo iniciativas con el Ministerio de Educación y Formación Profesional que “potencian la presencia de mujeres en las aulas de carreras STEM”, como sería el caso de “El Centro Tecnológico de la Energía y del Medio Ambiente (CETENMA) desde su proyecto ECO-STEM GIRLS” en la Región de Murcia, en el cual, a través de actividades como charlas, eventos, visitas a lugares de trabajo de mujeres STEM, etc. se da a conocer “el entorno de trabajo real” de estas para así poder tener un “contacto directo con la práctica investigadora” para poder subsanar la desigualdad de género<sup>9</sup>. Durante el I Encuentro Madrid+STEM (2023), organizado por la Real Academia de Ingeniería, el secretario de Estado de Educación, José Manuel Bar, compartió unas palabras con el público. Durante su intervención insistió en el compromiso del Ministerio de Educación y Formación Profesional con la promoción de las vocaciones científico-tecnológicas entre las jóvenes y, sobre todo, entre las niñas. Manifestando que “No podemos resignarnos sin más a tener fuera de un sector emergente y necesario a la mitad de la población y desperdiciar su potencial y su talento para las STEM”.

Por su parte, la Comunidad de Madrid, desde 2021, viene realizando una serie de propuestas para intentar incrementar la presencia laboral y en los estudios universitarios de las mujeres madrileñas en sectores STEM. Alguna de estas propuestas sería el proyecto “Mujer e Ingeniería” con el cual se pretende “que se favorezca la incorporación de más mujeres a las distintas especialidades profesionales, relacionadas con la ingeniería y el desarrollo de su recorrido profesional hasta alcanzar puestos de responsabilidad” o la celebración de la jornada virtual de “Emprendimiento y Liderazgo Femenino STEAM” con la que se intenta “poner en valor e impulsar el emprendimiento y el liderazgo femenino” y el “derribo de barreras para el emprendimiento femenino y la igualdad de oportunidades en el ámbito STEM”.

## 2.2 Ámbito internacional

Los organismos internacionales como la ONU mujeres y la UNESCO señalan la necesidad de promocionar las carreras STEM, al considerarlas “clave para la economía y el desarrollo”. El Parlamento Europeo ha elaborado un informe destinado a la “promoción de la igualdad de género en la enseñanza y las carreras relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas”. En dicho informe, en su propuesta de resolución: “La igualdad de género es un valor fundamental y objetivo clave de la Unión... la discriminación a la que se enfrentan las mujeres asociada al género, los estereotipos y las desigualdades... tiene multitud de consecuencias sociales y económicas perniciosas”... por ello es necesario dar una mayor visibilidad a las mujeres en la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas y a sus

contribuciones profesionales que pueden fundar modelos de éxito a seguir y derivar en una mayor inclusión... la eliminación de los antiguos modelos fomentará la igualdad de género”. Asimismo, en dicho informe parlamentario se afirma que: “La Unión se enfrenta a una escasez sin parangón de mujeres en la actividad profesional y la formación en el ámbito de las STEM ..., pese a constituir el 52 % de la población europea y el 57,7 % de los poseedores de estudios superiores de la Unión... Los estereotipos de género suponen un importante obstáculo para la igualdad entre los y las estudiantes en la etapa educativa, y que amplían aún más la brecha de género en el sector laboral”. Resulta notorio en su formación universitaria y en su acceso al mercado laboral<sup>10</sup>. Las mujeres que estudian carreras relacionadas con las STEM suelen tener dificultades en este sector laboral y menos probabilidades que sus compañeros de acceder a trabajos en el ámbito de las STEM, o de permanecer en ellos, como consecuencia de las distintas barreras existentes. Los ideales interiorizados en la sociedad influyen en las acciones de las personas. De manera que los profesores y los progenitores pueden reforzar los estereotipos de género disuadiendo a las niñas de elegir estudios y profesiones de STEM. Los estereotipos de género influyen en gran medida en la elección de las materias, además de traducirse en situaciones de discriminación y menos oportunidades para las mujeres en el mercado laboral<sup>11</sup>.

En dicho informe se reitera que el principal objetivo debe ser la eliminación de todos los obstáculos, en particular los socioculturales, psicológicos y pedagógicos, que restringen los intereses, las preferencias y las opciones de las mujeres y las niñas, incluidos los estereotipos de género, la discriminación de género y una conjunción de factores biológicos y sociales. Insta a los diferentes Estados pertenecientes a la Unión Europea “a que fomenten la participación de las mujeres y las niñas en los estudios y profesiones STEM en sus planes de acción o estrategias nacionales o regionales en materia de género correspondientes proporcionando incentivos adecuados”. Dicha propuesta tuvo una gran acogida entre los miembros de la Comisión de la Unión Europea, obtuvo el apoyo de la mayoría en las votaciones (26 votos a favor, un voto en contra y 4 abstenciones), y fue aprobada el 22 de abril de 2021<sup>12</sup>. Además, la Unión Europea (2020) en el Plan de Acción de Educación Digital (2021-2027), también hace referencia a la diferencia que existe entre el porcentaje de alumnado femenino y el porcentaje de alumnado masculino matriculado en estudios STEM; por esta razón establece el siguiente objetivo: “velar por que las niñas y las mujeres jóvenes estén representadas por igual en los estudios y carreras digitales”. De la misma forma, las Naciones Unidas han tratado las desigualdades generadas en relación al género, aplicando los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS) de 2015. Estos objetivos “contienen la agenda global más ambiciosa aprobada por la comunidad internacional para movilizar la acción colectiva en torno a objetivos comunes”<sup>13</sup>.

La ONU acogiendo los esfuerzos que despliegan la Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura, la Entidad de las Naciones Unidas para la Igualdad de Género y el Empoderamiento de las Mujeres (ONUMujeres), la Unión Internacional de Telecomunicaciones y otras organizaciones competentes para apoyar a las mujeres científicas y promover el acceso de las mujeres y las niñas a la educación, la capacitación y la investigación en los ámbitos de la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas, así como su participación en esas actividades, a todos los niveles, en 2015 decidió proclamar el 11 de febrero de cada año *Día Internacional de la Mujer y la Niña en la Ciencia*. Asimismo, para luchar contra esta diferencia de elección educativa por parte de los hombres y las mujeres, las Naciones Unidas propusieron, en el año 2015, la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible, cuyo contenido consiste en un “plan de acción para las personas, el planeta, la prosperidad, la paz y el trabajo conjunto” y compuesta por 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS). El ODS 4, propone “garantizar una educación inclusiva, equitativa y de calidad y promover oportunidades de aprendizaje durante toda la vida para todos”, pues la educación es clave para salir de la pobreza, promoviendo así la movilidad socioeconómica ascendente y la independencia femenina. El ODS 5 apuesta por “lograr la igualdad entre los géneros y empoderar a todas las mujeres y las niñas” ya que se trata de uno de los elementos esenciales para construir un mundo próspero y sostenible, siendo uno de los derechos humanos fundamentales. El ODS 4 (Educación de calidad) alude a la elaboración del Plan Estratégico de Igualdad de Oportunidades 2018-2021, que desarrolla medidas orientadas a la promoción de la formación de las niñas y las mujeres en las carreras de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas. El ODS 5 (Igualdad de Género) vuelve a incidir en la existencia de esta considerable brecha de género en el área STEM. La Agenda 2030, mediante algunos de sus Objetivos de Desarrollo Sostenible, pretende acabar con la brecha STEM y alcanzar la igualdad real entre mujeres y hombres.

Tradicionalmente, los estudios técnicos han sido cursados por varones, hecho motivado por una “combinación de estereotipos de género y expectativas que hacían que los hombres fueran, con notable diferencia, casi los únicos en escoger estudios de esta tipología”<sup>14</sup>. Algunos expertos proponen que para mejorar la presencia de mujeres y fomentar la igualdad de género se debe “proporcionar aliento y apoyo institucional, aumentar la red de apoyo profesional, promover y apoyar

el liderazgo, e incrementar la visibilidad de los modelos de roles femeninos”, sobre todo en los estudios STEM<sup>15</sup>. Según Elizabeth y Lucerito Flores Salgado “las mujeres son educadas para que no se desliguen del rol de la maternidad y el cuidado del hogar por lo que las carreras “propias de mujeres” les permiten conciliar la vida familiar, profesional y laboral”. Las mujeres inclinan su elección de estudios universitarios por aquellas profesiones consideradas más “humanas”, en las que pueden desplegar todas las habilidades propias de esa función social, considerada clave en su vida: el rol de cuidadora y/o educadora. Los estereotipos y prejuicios establecidos en el entorno de cada mujer y, sobre todo, en la percepción sobre la inserción laboral de la carrera elegida marcan la selección de sus estudios. A través de innumerables estereotipos sexistas perpetuados en el tiempo, aun profundamente arraigados en la sociedad, y, como consecuencia de estos, actualmente se estima que una de las causas que influyen de manera directa en la elección universitaria de las chicas es su preferencia por las carreras con mayor orientación social<sup>16</sup>. Los prejuicios, las normas sociales y las expectativas limitan la calidad de la educación y de las asignaturas que estudian muchas niñas y mujeres. Las disciplinas de ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas son las más castigadas<sup>17</sup>. Según el informe “Descifrar las claves: la educación de las mujeres y las niñas en materia de STEM”, de la UNESCO, sólo el 35% de los estudiantes matriculados en las carreras vinculadas a las STEM en la educación superior son mujeres y únicamente el 3% de las estudiantes de educación superior realizan estudios TIC.

La Red 2030 incorpora en su artículo “La Ingeniería tiene nombre de mujer”, la idea principal extraída del artículo de la revista científica Science con el título “Understanding persistent gender gaps in STEM”, de 2020 dice lo siguiente: “A partir de los seis años las niñas empiezan a pensar que los niños son más capaces que ellas. Con esa tendencia, cuando llegan a la etapa de la adolescencia y tienen que tomar decisiones sobre qué quieren estudiar, confían en sí mismas menos que sus compañeros varones. Si añadimos la tradicional dificultad asociada a las carreras STEM, pocas se creen con aptitudes para afrontar su futuro laboral y académico en estas áreas. Paradójico: ese mismo estudio revela que, aunque las niñas de todas las edades relacionan las mejores notas con las chicas, siguen contestando que los más brillantes son sus compañeros”.

### **3. ESTUDIOS STEM EN CANARIAS**

#### **3.1 Estudios STEM en Canarias**

A nivel regional, podemos referir a los proyectos singulares (Programas, proyectos y redes) que se están llevando a cabo en las aulas de múltiples centros educativos de Canarias, impulsados por el Gobierno de Canarias y la Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes en 2023. Entre ellos citar el programa STEM Canarias, el programa STEAM y el Programa Newton que, mediante su implementación, pretenden lograr algunos de los siguientes objetivos:

-> Fomentar las vocaciones científicas en el alumnado, especialmente entre las alumnas a través de la utilización de TIC y realización de experiencias de taller, campo o laboratorio.

-> Realizar acciones de fomento y acercamiento al alumnado de las disciplinas STEM, de forma que se salve la barrera de ser asignaturas de especial dificultad, poniendo el foco en materia de igualdad y de empoderamiento de la mujer.

Estos programas se están aplicando en la enseñanza secundaria en las islas con idéntica finalidad.

#### **3.2 El caso de la Universidad de La Laguna**

Los datos utilizados han sido recogidos por el Gabinete de Análisis y Planificación (GAP) de la Universidad de La Laguna. Manejamos las cifras de los años académicos comprendidos entre 2015-2016 y 2021-2022. A tenor de dichos datos analizamos, en los diferentes años académicos, la presencia de las mujeres en los estudios STEM.

En los de grados universitarios considerados dentro del grupo de las Ciencias, Tecnología, Ingeniería, Matemáticas, el número de matriculados, si comparamos el primer curso escolar analizado y el último, ha ido disminuyendo en todos los años. Por ejemplo, en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería, el descenso de matriculaciones resulta evidente, pasando de 2.653 estudiantes en el año académico 2007-2008 a 1.263 estudiantes en 2021-2022. En total equivale a una diferencia de 1.390 estudiantes menos.

El número total de alumnado matriculado en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de la Universidad de La Laguna ha ido aumentando desde el curso académico 2015-2016 hasta el curso 2019-2020, con una disminución de matrícula en el curso 2016-2017. No obstante, observamos un repunte entre el curso 2018 y 2019. Si desagregamos estas cifras por

género, observamos que mientras el número de matriculadas aumenta de forma continua y progresiva, pasando de 56 mujeres en 2015-2016 a una matrícula de 74 estudiantes en 2019, es decir, desde el primer año académico analizado al último. En cambio, el número de hombres matriculados, aunque es superior al de mujeres, varía dependiendo del curso académico que se analice. Mientras en 2016-2017 y 2018-2019 aumenta, en los años siguientes 2017-2018 y 2019-2020 disminuye, en comparación con el primer curso analizado 2015-2016.

En los estudios de la Escuela Superior de Ingeniería y Tecnología, el número total de matriculados y matriculadas ha ido aumentando desde el curso académico 2015-2016 hasta 2019-2020, con una disminución en el curso 2018-2019. Si desagregamos estas cifras por género, vemos como mientras el número de matriculadas en 2019-2020 disminuye en comparación a 2015-2016, pasando de 67 mujeres a 48, el número de hombres matriculados aumenta, aunque con oscilaciones y no de manera constante, ya que se observa como en los cursos 2017-2018 y 2018-2019 el número de matriculados disminuye. Asimismo, destaca como el número de hombres que se decanta por este tipo de estudios continúa siendo superior al de mujeres. En cuanto a los grados en los que se matriculan, se observa como el más solicitado, tanto por hombres como por mujeres, en el último año detallado, es el relacionado con la Ingeniería Informática. Comparando las matriculaciones de mujeres en 2015-2016 y las de 2019-2020, en todos los grados que abarca esta escuela (Grado en Ingeniería Electrónica Industrial y Automática, Grado en Ingeniería Informática, Grado en Ingeniería Mecánica y Grado en Ingeniería Química Industrial) estas disminuyen, mientras que la matrícula de hombres aumenta en todas excepto en el Grado en Ingeniería Mecánica, pasando de 75 matriculados a 73. En cuanto a los grados que optan las mujeres, se observa como el más solicitado, en todos los años citados, es el de Ingeniería Náutica y el Transporte Marino. Pese a ello los niveles de matrícula femenina son bajos. En el Grado de Tecnologías Marinas comparando las matriculaciones de mujeres en el curso 2015-2016 y las realizadas en 2019-2020, estas inscripciones disminuyen a la mitad, pasando de 6 matriculadas a 3 matriculadas. También en el Grado de Ingeniería Radioelectrónica Naval disminuye de una única matrícula en el primer curso estudiado a ninguna alumna en este último año analizado.

En la Facultad de Ciencias, se percibe que el número total de matriculados y matriculadas ha ido aumentando desde el curso escolar 2015-2016 hasta 2018-2019. En el curso académico 2019-2020 se produce una disminución de matriculaciones. Si desagregamos los datos por género, observamos como el número de matriculadas disminuye en 2019-2020, en comparación a 2015-2016. De manera que el índice de matrícula pasa de 172 mujeres en 2015-2016 a 166 estudiantes en 2018. En cambio, el número de hombres matriculados aumenta, aunque no de manera constante, ya que se observa como en el curso 2019-2020 disminuye respecto al curso 2018-2019. Asimismo, el número de matriculados hombres y matriculadas mujeres es bastante semejante, aunque la cantidad de hombres sigue siendo mayor al de mujeres. En cuanto a los grados en los que se matriculan, se observa como el grado más solicitado en el último año detallado y agrupando las matriculaciones, es el de Biología. No obstante, si lo analizamos en orden al género, los hombres eligen el grado en Física mientras las mujeres eligen el grado en Biología. Igualmente, comparando las matriculaciones de mujeres en 2015-2016 y las de 2019-2020, en los grados en Biología, Ciencias Ambientales y Física estas disminuyen, mientras que aumenta la presencia femenina en el grado en Matemáticas y se mantiene en el grado en Química. En el caso de las matrículas de los hombres comprobamos que aumentan las cifras en los grados en Biología, Ciencias Ambientales y Matemáticas y se mantienen equivalentes en los grados en Física y Química.

El número total de alumnado registrado en la Universidad de La Laguna ha ido disminuyendo desde el curso escolar 2007-2008 hasta 2019-2020, con un repunte de matriculados entre 2009 y 2012, lo que podría indicar cierto desinterés por los estudios universitarios y optar por estudios profesionales. En los últimos años se ha incrementado el número de matriculados en la Universidad de La Laguna, sobre todo en el curso escolar 2020-2021, aunque no de manera muy significativa, pues no se ha conseguido llegar al máximo de alumnado matriculado, que, en los años analizados, se produjo en 2011-2012. Los datos recogidos en la Universidad de La Laguna se corresponden a nivel nacional. El comportamiento académico de las mujeres en los estudios STEM es similar.

#### **4. PROPUESTAS DE ACCIÓN E INNOVACIÓN**

Las propuestas de acción y de innovación pasan por la eliminación de todos los obstáculos o barreras, en particular los socioculturales, psicológicos y pedagógicos, que restringen los intereses de las niñas y jóvenes. Estas acciones hay que trasladarlas a las aulas y trabajar conjuntamente para lograr su máxima divulgación. Además de contar con una valoración

igualitaria en el entorno familiar de las jóvenes. Para conseguir el incremento de la matriculación femenina en carreras STEM se requiere de una mayor difusión de las profesiones asociadas a estas ramas, una orientación escolar adecuada, con la formación previa de los profesores y las profesoras en este ámbito<sup>18</sup>.

Sintetizamos las líneas de acción en los siguientes aspectos:

- Incentivar a las niñas y a las adolescentes para los estudios STEM.
- Deconstruir estereotipos de género y romper con los moldes tradicionales roles/estudios para mujeres.
- Abordar la problemática desde la enseñanza primaria y secundaria, fomentando las vocaciones científicas a través de acciones de fomento y acercamiento de las disciplinas STEM.
- Facilitar formación previa a los profesores, a las profesoras y a los gabinetes multidisciplinares en el ámbito STEM.
- Intervención familiar con una valoración igualitaria de las jóvenes.
- Una mayor difusión de las profesiones asociadas a estas ramas STEM con una orientación escolar adecuada.
- Promocionar las vocaciones científico-tecnológicas entre las niñas y las jóvenes.
- Potenciar la igualdad y el empoderamiento de las mujeres.
- Ofrecer modelos y visibilizar a las mujeres STEM.
- Demostrar que los espacios STEM alternativa profesional femenina.

## 5. CONCLUSIONES

La historia ha sido testigo de las injusticias y barreras con las que las mujeres han tenido que bregar para conseguir sus objetivos, y, en múltiples ocasiones, ni siquiera los han logrado. Aún hoy las mujeres siguen desafiando estos impedimentos que perpetúan su infravaloración, subrepresentación e invisibilidad en el ámbito STEM.

Los estereotipos de género están presentes en el proceso de socialización en la infancia, adolescencia y edad adulta y resultan claves en la elección de estudios. Por este motivo los estudiantes tienen presente la creencia estereotipada de que los niños son buenos en matemáticas y las niñas en lenguaje. Esta idea errónea conduce a pensar que las niñas deben estudiar y dedicarse a materias como idiomas, ciencias sociales o carreras de humanidades, mientras que los jóvenes son mejores en matemáticas, tecnología, ciencia e informática. La profesional femenina está más orientada hacia la atención (cuidado, educación, salud, etc.), al sector comercial y a los servicios.

La brecha STEM se produce porque hay sesgos de género que favorecen a los hombres en el acceso a determinadas profesiones científicas. Por ejemplo, la informática y la ingeniería son carreras estereotípicamente orientadas a los hombres, por la tradicional implicación en máquinas y aparatos. A las mujeres se les considera menos competentes, motivo por el cual son contratadas en menor proporción. Modificar estos estereotipos conducirían a un mayor interés femenino en las carreras STEM. De igual manera, la desigualdad se puede apreciar en la diferencia salarial en términos de hombres y mujeres, o en el porcentaje de desempleo mayor en las mujeres que en los hombres.

Entre los factores que inciden en las decisiones de las mujeres, al optar por la rama educativa de la ciencias y técnicas o materias STEM, se halla la influencia de la familia y del entorno, la influencia académica y del personal profesional que la compone. La innovación educativa aplicada desde la enseñanza primaria y secundaria es el eje del cambio, para acercar a la población femenina a los estudios STEM. Hecho que garantizará a una mayor presencia de mujeres en los estudios y profesiones STEM.

## REFERENCIAS

- [1] Flores Salgado, E. Flores Salgado, L., Percepciones de mujeres en las áreas de Humanidades y Ciencias Sociales. Opción, Año 38, Especial n° 28, 51-70 (2022).
- [2] Castillo-Mayén, R. y Montes-Berges, B., Análisis de los estereotipos de género actuales, Anales de Psicología, 30(1), 1044 (2014).
- [3] Martín, O. y Santaolalla, E., Educación STEM: Formación con «con-ciencia», Padres y Maestros, 381, 41 (2020).

- [4] Callejo, J., Valero-Matas, J. A., Fernández, M. C. y Ortego, J., La percepción de la formación STEM entre mujeres universitarias. Estudio descriptivo del Campus de Palencia de la Universidad de Valladolid, *Sociología y Tecnociencia*, 11, 38 (2021).
- [5] Callejo, J., Valero-Matas, J. A., Fernández, M. C. y Ortego, J., La percepción de la formación STEM entre mujeres universitarias. Estudio descriptivo del Campus de Palencia de la Universidad de Valladolid, *Sociología y Tecnociencia*, 11, 39 (2021).
- [6] Callejo, J.; Valero-Matas, J. A.; Fernández, M. C. y Ortego, J. La percepción de la formación STEM entre mujeres universitarias. Estudio descriptivo del Campus de Palencia de la Universidad de Valladolid, *Sociología y Tecnociencia*, 11, 39 (2021).
- [7] Usart, M., Sánchez-Canut, S. y Lores, B., El ámbito de las STEM no atrae el talento femenino, Fundación “La Caixa” (2022). <https://elobservatoriosocial.fundacionlacaixa.org/el-ambito-de-las-stem-no-atrae-el-talentofemenino>
- [8] Usart, M.; Sánchez-Canut, S. y Lores, B. El ámbito de las STEM no atrae el talento femenino, 2022. Fundación “La Caixa” (2022). <https://elobservatoriosocial.fundacionlacaixa.org/el-ambito-de-las-stem-no-atrae-el-talentofemenino>
- [9] Martín, O. y Santaolalla, E., Educación STEM: Formación con «con-ciencia», *Padres y Maestros*, 381, 41-46 (2020). <https://doi.org/10.14422/pym.i381.y2020.006> ; Gallego Arias, M. D. C., Roles y estereotipos de género en la enseñanza de materias STEM en las opiniones del futuro profesorado de primaria y secundaria, *Congrés Dones Ciència i Tecnologia*, 1-2 (2019).
- [10] Pérez, O. “Spanish for STEM in U.S. Higher Education: A Historical Review and Future Perspectives”, *Global Business Languages*, vol. 21, 1-16 (2021).
- [11] Pérez, O. “Spanish for STEM in U.S. Higher Education: A Historical Review and Future Perspectives”, *Global Business Languages*, vol. 21, 1-16 (2021).
- [12] Pérez, O. “Spanish for STEM in U.S. Higher Education: A Historical Review and Future Perspectives.” *Global Business Languages*, vol. 21, 1-16 (2021).
- [13] Gómez, C., *Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS): una revisión crítica*, *Papeles de relaciones ecosociales y cambio global*, 140(1), 107 (2018); Unión Europea. *Digital Education Action Plan (2021 – 2027)*. *Resetting education and training for the digital age*, (2020).
- [14] Callejo, J., Valero-Matas, J. A., Fernández, M.C y Ortego, J., La percepción de la formación STEM entre mujeres universitarias. Estudio descriptivo del Campus de Palencia de la Universidad de Valladolid, *Sociología y Tecnociencia*, 11, 37-54 (2021); Solís, S., Informe sobre la promoción de la igualdad de género en la enseñanza y las carreras relacionadas con la ciencia, la tecnología, la ingeniería y las matemáticas (CTIM), Informe A9-0163/2021. Parlamento europeo, Unión Europea (2021). [https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0163\\_ES.html](https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/A-9-2021-0163_ES.html); Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura [UNESCO]. *Descifrar el código: la educación de las niñas y las mujeres en ciencias, tecnología, ingeniería y matemáticas (STEM)*, (2019). <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000366649>
- [15] Rueda, S., Botella, C., López-Iñesta, E. y Marzal, P. Estrategias para aumentar la diversidad de género en la Educación Superior CTIM. *Actas de las Jenui*, 4, 219, 117. [https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/125375/1/JENUI\\_2019\\_049.pdf](https://rua.ua.es/dspace/bitstream/10045/125375/1/JENUI_2019_049.pdf)
- [16] Flores Salgado, E., Flores Salgado, L., *Percepciones de mujeres en las áreas de Humanidades y Ciencias Sociales*, *Opción*, Año 38, Especial N° 28, 51-70 (2022).
- [17] Code INTEF, *ChicaSTEM*, Gobierno de España, Ministerio de Educación y Formación Profesional, (2023). <https://code.intef.es/chicastem/>
- [18] DigitalES (2019). *El desafío de las vocaciones STEM. Por qué los jóvenes españoles descartan los estudios de ciencia y tecnología*. <https://www.digitales.es/wpcontent/uploads/2019/09/Informe-EL-DESAFIO-DE-LASVOCACIONES-STEMDIGITAL-AF-1.pdf> ; Morales Inga, S., Morales Tristán, Dr. O., ¿Por qué hay pocas mujeres científicas? Una revisión de literatura sobre la brecha de género en carreras STEM, *Revista Internacional de Investigación en Comunicación aDRResearch ESIC*, 22(22), (2020).



# Grado de satisfacción de los alumnos de la Escuela de Doctorado de la ULPGC con el uso de Telegram

Zaida Ortega<sup>a</sup>, Ana S. Ramírez<sup>\*b</sup>, May Gómez<sup>c</sup>

<sup>a</sup> Departamento de Ingeniería de Procesos, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria;

<sup>b</sup> Departamento de Patología Animal, Producción Animal, Bromatología y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria; <sup>c</sup> Grupo de Ecofisiología de organismos marinos, EOMAR, Iu-ECOQUA, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

## RESUMEN

Las aplicaciones de mensajería están experimentando un aumento en su uso, incluyendo la educación universitaria. Telegram es una plataforma de mensajería veloz, segura, sencilla y gratuita, que destaca por su capacidad para crear grupos extensos. Con el propósito de mejorar la comunicación entre la Escuela de Doctorado de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria y sus alumnos, se estableció un grupo en Telegram y se notificó a todos los doctorandos a través de correo electrónico y en la jornada de bienvenida. En este grupo, los alumnos pueden plantear preguntas sobre trámites administrativos, actividades formativas de la Escuela de Doctorado y resolver dudas. Además, se utiliza como canal informativo para anunciar convocatorias de financiación para movilidad y fechas límite de inscripción, entre otros aspectos relevantes. Se constató que 200 estudiantes de los 747 matriculados en el curso 2021/2022 utilizaron esta herramienta. Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de valorar dicho grupo por parte de los doctorandos usuarios. Se realizó una encuesta voluntaria y anónima que consistió en 16 preguntas divididas en dos grupos: 1) personales y de doctorado y 2) la percepción sobre el grupo de Telegram. La edad media de la muestra de los doctorandos usuarios del grupo de Telegram fue de 37,0 años ( $\pm 11,2$ ) en hombres y 33,6 años ( $\pm 6,7$ ) en mujeres. Los alumnos de doctorado de la ULPGC valoraron muy positivamente el grupo de Telegram creado para informar y ayudar a los doctorandos, si bien el porcentaje de alumnos de la Escuela que forman parte del mismo es menor del 27%, por lo que tenemos que hacer un esfuerzo por promocionar más este aplicativo.

**Palabras clave:** Escuela de Doctorado, Telegram, Doctorandos

## 1. INTRODUCCIÓN

Los cambios en el uso de la tecnología y la frecuente conexión a Internet han impactado las necesidades de las personas, abarcando tanto la instrucción como la comunicación. Las redes sociales, métodos tecnológicos que han ganado gran popularidad en la actualidad, se han vuelto esenciales en la vida cotidiana, incluyendo la de los estudiantes<sup>1</sup>. En el mundo contemporáneo de la comunicación, estas plataformas se erigen como fuentes de entretenimiento, conexión e información<sup>2</sup>. Su utilización ha experimentado un crecimiento significativo, especialmente en la era post-pandemia, marcada por una revolución en los sistemas educativos<sup>3</sup>. Se estima que alrededor de 3 mil millones de personas en todo el mundo usan estas redes<sup>4</sup>.

Las herramientas y aplicaciones de las redes sociales posibilitan la comunicación interactiva y el intercambio de información entre audiencias y organizaciones a través de diversas plataformas<sup>5</sup>. Estas redes, basadas en los principios tecnológicos e ideológicos de la Web 2.0, facilitan el intercambio y la creación de contenido generado por el usuario<sup>6</sup>, permitiéndoles establecer conexiones visibles e interactivas<sup>1</sup>. Esta capacidad distintiva de las plataformas de redes sociales es casi inexistente en las formas tradicionales de comunicación<sup>7</sup>. Mientras que las formas tradicionales de comunicación suelen ser unidireccionales o limitadas en términos de participación activa, las redes sociales permiten a los usuarios no solo consumir información, sino también contribuir con sus propias ideas, opiniones y contenido. Además, estas plataformas se han integrado eficazmente en la educación universitaria y resultan particularmente

\*anasofia.ramirez@ulpgc.es; teléfono +34 928 457432; fax: +34 928 451142

atractivas para los estudiantes más jóvenes, ya que son fácilmente accesibles desde teléfonos inteligentes, sencillas de usar y, en muchos casos, gratuitas. Su uso se ha asociado con mejoras en conocimientos, actitudes y habilidades, al tiempo que fomenta la colaboración entre estudiantes, participación activa, retroalimentación y desarrollo profesional<sup>8</sup>.

Las aplicaciones de mensajería, en especial WhatsApp, están siendo cada vez más utilizadas en la educación universitaria. Por otro lado, el empleo de Telegram, una aplicación de mensajería gratuita, multiplataforma y basada en la nube que goza de popularidad entre los jóvenes, sigue siendo un terreno relativamente inexplorado<sup>8</sup>. Telegram destaca por ser una aplicación de mensajería extremadamente rápida, sencilla y gratuita, con más de 700 millones de usuarios activos mensuales que pueden intercambiar mensajes, fotos, videos y archivos de todo tipo<sup>9</sup>. Ofrece diversas características interesantes para el ámbito universitario, como la capacidad para crear grupos de chat extensos o canales de difusión con audiencia ilimitada. Además, garantiza la privacidad al permitir ocultar los números de teléfono de los usuarios y proporciona un alto nivel de seguridad<sup>8</sup>.

Con el propósito de mejorar la comunicación entre la Escuela de Doctorado de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (EDULPGC) y sus estudiantes, se estableció en mayo de 2021 un grupo de Telegram<sup>9</sup> llamado "Escuela de Doctorado". En este grupo, los alumnos pueden plantear preguntas sobre trámites administrativos, actividades formativas de la Escuela de Doctorado y resolver dudas. Además, se utiliza como canal informativo para anunciar convocatorias de financiación para movilidad, fechas límite de inscripción, entre otros aspectos relevantes. La notificación sobre la existencia de este grupo se realizó a través del correo institucional y durante la jornada de bienvenida, permitiendo que aquellos interesados pudieran unirse al mismo. Este trabajo se llevó a cabo con el objetivo de valorar dicho grupo por parte de los doctorandos usuarios.

## 2. MATERIALES Y MÉTODOS

En el curso 2021/22 se matricularon 747 alumnos en la EDULPGC. El estudio se llevó a cabo con la participación de todos los estudiantes de doctorado de la EDULPGC que formaban parte del grupo de Telegram (N=200). Se creó una encuesta que, después de ser consensuada con el Comité de Dirección de la EDULPGC, se envió a estos estudiantes a través del grupo de Telegram. El requisito para participar en la encuesta era ser miembro del grupo de Telegram de la EDULPGC. Antes de iniciar la recogida de datos del cuestionario, informamos a los doctorandos que el tiempo invertido en el mismo sería inferior a 2 minutos. La recopilación de datos se efectuó mediante la plataforma de Google Formularios en línea, obteniéndose un total de 76 respuestas voluntarias (sin preguntas de respuesta obligatoria). Las respuestas fueron anónimas y la encuesta estuvo activa entre los meses de marzo y junio de 2022. Las preguntas (P) del cuestionario fueron las siguientes y las opciones de respuesta están entre paréntesis:

- P1. Edad (Calcula a partir de la fecha de nacimiento)
- P2. Género (Masculino, Femenino y Otro)
- P3. Nacionalidad (española, Otra)
- P4. Área de tesis (Ciencias, Ciencias de la Salud, Artes y Humanidades, Arquitectura e Ingenierías, Sociales y Jurídicas)
- P5. Forma de acceso al doctorado (Con contrato de investigación, Con contrato de doctorado industrial, Con contrato en proyectos de investigación, Sin nada de lo anterior)
- P6. Año de doctorado (Primero, Segundo, Tercero, Extra)
- P7. Tipo de doctorado (A tiempo completo, A tiempo parcial)

El resto de las preguntas se contestaron en base a una escala Likert con cinco opciones (1- Muy en desacuerdo, 2- En desacuerdo, 3- Neutral, 4- De acuerdo, 5- Muy de acuerdo), pidiéndole a los estudiantes que indicaran en qué medida estaban de acuerdo con cada afirmación. A continuación, se muestran las preguntas con las palabras clave de cada una de ellas entre paréntesis:

- P8. El grupo de Telegram me parece una buena iniciativa. (Iniciativa)
- P9. Este método favorece la resolución de dudas y problemas. (Resolución)
- P10. Me parece que con esta app agiliza la resolución de dudas y problemas. (Agiliza)
- P11. La Escuela de Doctorado ayuda cuando es necesario. (Escuela ayuda)
- P12. Los doctorandos ayudan en la resolución de dudas y problemas. (Doctorandos ayudan)
- P13. Con el grupo de Telegram me siento parte de un grupo. (Parte grupo)

- P14. Este método promociona la interacción entre doctorandos. (Interacción)  
 P15. En general, recomiendo este tipo de grupos. (Recomiendo)  
 P16. Estoy pensando en quitarme del grupo de Telegram. (Quitarme)

Las respuestas al cuestionario fueron registradas en una tabla Excel, y se utilizó dicho programa (Excel 2016) tanto para llevar a cabo el análisis estadístico descriptivo como para crear representaciones gráficas. En relación con las respuestas en la escala Likert, se simplificaron considerando las respuestas 4 (De acuerdo) y 5 (Muy de acuerdo) como positivas (Sí), mientras que las demás se clasificaron como negativas (No). Las variables numéricas se presentaron mediante medias, desviaciones estándar, máximos y mínimos, mientras que las variables cualitativas se expresaron en frecuencias y porcentajes. Además, a las preguntas contestadas con la escala Likert, también se añadieron los valores de la mediana y la moda. Además, se empleó el programa Epi Info (Versión 7.2.5.0) para evaluar si había diferencias entre las contestaciones en base al género. En cambio, la comparación entre las proporciones se llevó a cabo con un aplicativo en línea ([https://www.medcalc.org/calc/comparison\\_of\\_proportions.php](https://www.medcalc.org/calc/comparison_of_proportions.php)), considerándose un resultado estadísticamente significativo un valor de p menor a 0,05.

### 3. RESULTADOS

En este estudio descriptivo, se lograron recopilar 76 encuestas, con una tasa de respuesta del 38%, y esta muestra exhibió un error absoluto del 9%. La edad promedio fue de 35,4 años ( $\pm 9,5$ ) (37,0 años ( $\pm 11,2$ ) en hombres y 33,6 años ( $\pm 6,7$ ) en mujeres), con un mínimo de 24 años y un máximo de 65 años en hombres, y entre 25 y 47 años en mujeres. En la Tabla 1 se presentan los resultados de las variables cualitativas descriptivas relacionadas con las características personales y con el tipo de tesis doctoral que están realizando los participantes, expresados en forma de frecuencias y porcentajes.

Tabla 1. Variables descriptivas personales y del doctorado

Número de pregunta y variables cualitativas	Frecuencias	Porcentajes
<b>Género</b>		
Masculino	43	56,6%
Femenino	32	42,1%
Otro	1	1,3%
<b>Nacionalidad</b>		
Española	56	75,7%
Otras	18	14,3%
<b>Área de tesis</b>		
Ciencias	8	10,5%
Ciencias de la Salud	16	21,1%
Artes y Humanidades	19	25,0%
Arquitectura e Ingenierías	20	26,3%
Sociales y Jurídicas	13	17,1%
<b>Formas de acceso al doctorado</b>		
Con contrato de investigación	11	14,5%
Con contrato de doctorado industrial	1	1,3%
Con contrato en proyectos de investigación	9	11,8%
Sin nada de lo anterior	55	72,4%
<b>Año de doctorado</b>		
Primero	31	41,3%
Segundo	15	20,0%
Tercero	15	20,0%
Extra	14	18,7%
<b>Tipo de doctorado</b>		
A tiempo parcial	31	41,9%

A tiempo completo	43	58,1%
-------------------	----	-------

La proporción de hombres (56,6%) que participaron en este estudio fue ligeramente mayor que la de la población total de estudiantes de doctorado (50,5%). Un único participante, de 29 años, se identificó como género "Otro". El 76,7% de los estudiantes que participaron eran de nacionalidad española, mientras que la mayoría de los demás eran estudiantes hispanoamericanos (72,2%). En cuanto al área de investigación de la tesis, se observó representación en todas las áreas, con un mínimo de 8 doctorandos en ciencias y un máximo de 20 en el campo de arquitectura e ingenierías. Menos del 30% tenía algún tipo de relación contractual relacionada con su tesis, lo que significa que la mayoría de los doctorandos (72,4%) realizaba su tesis doctoral sin soporte económico. También se obtuvo representación de todos los años del programa de doctorado, destacando que una mayoría significativa (41,3%) se encontraba en el primer año de su doctorado. En cuanto al tipo de dedicación de los estudiantes, el 58,1% eran de tiempo completo, mientras que el 14,9% estaba realizando su tesis doctoral de manera parcial. No se encontró diferencias significativas entre las preguntas P4-P7 y el género, si bien, el porcentaje de hombres que desarrollaba su doctorado a tiempo parcial fue del 66,7% comparado con el 45,2% en el caso de las mujeres ( $p=0,0661$ ).

Tabla 2. Percepciones sobre el grupo de Telegram

Preguntas	Escala Likert*						
	1	2	3	4	5	Mediana	Moda
<b>El grupo de Telegram me parece una buena iniciativa. (n=76)</b>	0 0%	1 1,3%	6 7,9%	15 19,7%	54 71,1%	5	5
<b>Creo que esta aplicación favorece la resolución de dudas y problemas. (n=76)</b>	0 0%	0 0%	7 9,2%	22 29,0%	47 61,8%	5	5
<b>Me parece que con esta app se agiliza la resolución de dudas y problemas. (n=76)</b>	0 0%	1 1,3%	7 9,2%	19 25,0%	49 64,5%	5	5
<b>La Escuela de Doctorado ayuda cuando es necesario (n=74)</b>	0 0%	4 5,4%	8 10,8%	19 25,7%	43 58,1%	5	5
<b>Los doctorandos ayudan en la resolución de dudas y problemas (n=75)</b>	0 0%	1 1,3%	13 17,3%	35 46,7%	26 34,7%	4	4
<b>Con el grupo de Telegram me siento parte de un grupo (n=74)</b>	1 1,3%	9 12,2%	23 31,1%	21 28,4%	20 27,0%	4	3
<b>Este método promueve la interacción entre doctorandos (n=76)</b>	1 1,3%	5 6,6%	21 27,6%	24 31,6%	25 32,9%	4	5
<b>En general, recomiendo a los doctorandos a formar parte del grupo de Telegram (n=75)</b>	1 1,3%	0 0%	8 10,7%	25 33,3%	41 54,7%	5	5
<b>Estoy pensando en quitarme del grupo de Telegram (n=75)</b>	57 76,0%	11 14,7%	6 8,0%	0 0%	1 1,3%	1	1

\* Escala Likert con cinco opciones (1- Muy en desacuerdo, 2- En desacuerdo, 3- Neutral, 4- De acuerdo, 5- Muy de acuerdo)

Las frecuencias de las respuestas de la escala Likert a las preguntas sobre el grupo de Telegram, así como sus porcentajes, mediana y moda, se pueden ver en la Tabla 2. Por otro lado, en la Figura 1, se muestran los mismos resultados de dicha tabla, pero de forma dicotomizada. Todas las contestaciones dicotomizadas de las preguntas P8 a la P16, al comparar los porcentajes de contestaciones positivas y negativas tuvieron una significación estadística con un p-valor menor de 0,001, menos la pregunta 13, sobre si con el grupo de Telegram se sienten parte de un grupo. La mediana y la moda fue de 5 (Muy de acuerdo) en las preguntas desde la P8 a la P11 y P15, mientras que la mediana de las preguntas P12 y P14 fue el 4 de la escala Likert (De acuerdo). En cambio, en la P13, la respuesta más contestada fue la

neutra (escala Likert de 3). Por otro lado, la respuesta más frecuente a la última pregunta (P16), sobre si estaban pensando quitarse del grupo, fue de “Muy en desacuerdo”. A más del 90% de los doctorandos les pareció que el grupo de Telegram fue una buena idea (90,8%; P8) y favorece la resolución de dudas y problemas (90,8%; P9). A más del 80% tuvieron la percepción de que el grupo agiliza la resolución de dudas y problemas (89,5%; P10), que la EDULPGC ayuda cuando se necesita (83,8%; P11), que los mismos doctorandos colaboran en la resolución de dudas y problemas (81,4%; P12) y que recomiendan el grupo (88,0%; P15). En la P13, parece ser que el 44,6% no están de acuerdo o su respuesta fue neutral a la pregunta sobre si con el grupo de Telegram se sienten parte de un grupo, siendo menos del 60% los doctorandos que sí lo sienten. Al preguntarles si el grupo promocionaba la interacción entre los estudiantes, las respuestas positivas bajaron al 64,5% (P14). Por último, más del 90% de los estudiantes quiere seguir formando parte del grupo informativo (P16). Al analizar si hubo diferencias entre las contestaciones a este grupo de preguntas y el género, no se encontró ninguna diferencia estadísticamente significativa, aunque a la pregunta de si el grupo de Telegram agiliza la resolución de dudas se observó que un 96,9% de mujeres contestaron que sí frente a un 83,7% de hombres ( $p=0,0679$ ).

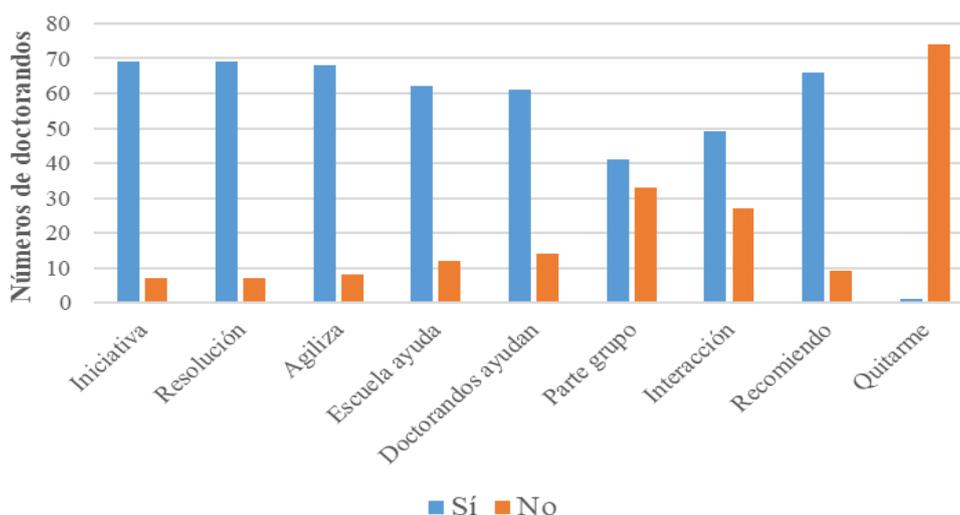


Figura 1. Frecuencias de las contestaciones a las preguntas P8 a P16 dicotomizadas.

#### 4. DISCUSIÓN

Por lo general, los estudiantes aceptan bien las redes sociales<sup>8</sup>, y se ha visto que reducen su ansiedad<sup>1</sup> y aumenta su motivación<sup>1, 10, 11</sup>. El propósito general de este estudio fue valorar el grupo de doctorado de Telegram creado con la finalidad de ayudar a los doctorandos de la ULPGC por parte de los alumnos usuarios del mismo. En un estudio anterior<sup>12</sup>, justamente realizado con los estudiantes no adscritos al grupo, se concluyó que, aunque un porcentaje desconocía su existencia, una vez conocida, sí que quisieron unirse a ella, más de la mitad de los encuestados no tenía interés por unirse. Esto nos llevó a plantear si el esfuerzo que se estaba haciendo merecía la pena.

Se eligió la aplicación de Telegram, por su privacidad y seguridad, ya que los desafíos y preocupaciones relacionados con ellos en el uso de redes sociales en contextos educativos es esencial<sup>13</sup>. En general los usuarios del grupo han mostrado que les parece una buena iniciativa y que es útil, en concordancia con otros estudios<sup>14</sup>, aunque en una revisión se concluyó que ninguno de los estudios analizados presentó pruebas convincentes de que el uso de aplicaciones de mensajería sería ventajoso académicamente<sup>8</sup>. En contraposición, otro estudio sugiere que el uso de redes sociales puede promover el aprendizaje colaborativo y motivar a los estudiantes a involucrarse más activamente en el proceso de aprendizaje<sup>15</sup>. En nuestro caso, el enfoque se orientó más hacia aspectos administrativos que educativos, buscando establecer una herramienta de comunicación directa y ágil para informar a los estudiantes sobre trámites administrativos, modificaciones en los cursos de doctorado, fechas importantes de matrícula y presentación de informes. Además, se

\*anasofia.ramirez@ulpgc.es; teléfono +34 928 457432; fax: +34 928 451142

concebido como un canal para resolver dudas, alentando a los alumnos a colaborar entre sí. Parece ser que los alumnos que forman parte del grupo de Telegram están contentos con el mismo, ya que solo uno de ellos ha contestado que está pensando en abandonarlo.

Las ventajas de las aplicaciones de mensajería radican en su accesibilidad, a menudo son gratuitas, y es probable que los estudiantes ya estén familiarizados con sus funcionalidades, aunque existe la posibilidad de que el contenido no sea verificado adecuadamente<sup>8</sup>. En nuestro caso, hemos mitigado esta posible desventaja al supervisar el contenido agregado al grupo desde la EDULPGC. Aunque los doctorandos contribuyen con información y, ocasionalmente resuelven las dudas de sus compañeros, el equipo directivo de la Escuela de Doctorado es quien proporciona la mayor parte de la información y realiza las aclaraciones necesarias, si las hubiera, en las interacciones entre los participantes. De hecho, en los resultados de nuestro estudio se puede observar que los alumnos consideran que la EDULPGC ayuda en mayor medida en la resolución de problemas que los doctorandos, aunque la diferencia no es estadísticamente significativa. Este resultado no es de extrañar, porque ya se conocía que las redes sociales pueden mejorar la participación y la interacción en entornos educativos y que pueden apoyar el aprendizaje colaborativo y la construcción social del conocimiento<sup>16,17</sup>.

## 5. CONCLUSIONES

Los alumnos de doctorado de la ULPGC valoran muy positivamente el grupo de Telegram creado para informar y ayudar a los doctorandos. El porcentaje de alumnos de la Escuela que forman parte del mismo es menor del 27%, por lo que es necesario encontrar una estrategia de comunicación más eficaz para promocionar más aún esta herramienta y conseguir que se incorpore una mayor proporción de doctorandos.

## BIBLIOGRAFÍA

- [1] Zhao, Z., Wang, X., Ismail, S. M., Hasan, M. K., and Hashemifardnia, A., "Social media and academic success: Impacts of using telegram on foreign language motivation, foreign language anxiety, and attitude toward learning among EFL learners," *Front. Psychol.* 13, 996577 (2022).
- [2] Wiederhold, B. K., "Social media use during social distancing," *Cyberpsychol. Behav. Soc. Netw.* 23, 275-276 (2020).
- [3] Chen, M., and Xiao, X., "The effect of social media on the development of students' affective variables," *Front. Psychol.* 13, 1010766 (2022).
- [4] Iwamoto, D., and Chun, H., "The emotional impact of social media in higher education," *Int. J. High. Educ.* 9, 239-247 (2020).
- [5] Khan, N. A., Azhar, M., Rahman, M. N., and Akhtar, M. J., "Scale development and validation for usage of social networking sites during COVID-19," *Technol. Soc.* 70, 102020 (2022).
- [6] Kaplan, A. M., and Haenlein, M., "Users of the world, unite! the challenges and opportunities of social media," *Bus. Horiz.* 53, 59-68 (2010).
- [7] Zhang, Y., and Leung, L., "A review of social networking service (SNS) research in communication journals from 2006 to 2011," *N. Media Soc.* 17, 1007-1024 (2015).
- [8] Soon, M. K. S., Martinengo, L., Lu, J., Car, L. T., and Chia, C. L. K., "The Use of Telegram in Surgical Education: Exploratory Study," *JMIR Med. Educ.* 8, e35983 (2022).
- [9] Telegram FAQ. <<https://telegram.org/faq>> (02/10/2023)
- [10] Barton, B. A., Adams, K. S., Browne, B. L., and Arrastia-Chisholm, M. C., "The effects of social media usage on attention, motivation, and academic performance," *Active Learn. High. Educ.* 22, 11-22 (2018).
- [11] Meilia-Rasiban, A. L., "The effect of Telegram application in Japanese language distance learning during Covid-19 pandemic," *Adv. Soc. Sci. Educ. Hum. Res.* 595, 8-13 (2021).
- [12] Ortega Medina, Z. C., Ramírez Corbera, A. S., and Gómez Cabrera, M. M., "¿Por qué no usan el grupo de Telegram?," *Proc. InnoEducaTic*, 85-90 (2022).
- [13] Greenhow, C., and Askari, E., "Learning and teaching with social network sites: A decade of research in K-12 related education," *Educ. Inf. Technol.* 22, 623-645 (2017).
- [14] Abu-Ayfeh, Z., "Telegram App in learning English: EFL students' perceptions," *English Lang. Teach.* 13, 51-62 (2019).

- [15] Eid, M. I. M., and Al-Jabri, I. M., “Social networking, knowledge sharing and student learning: The case of university students,” *Comput. Educ.* 99, 14-27 (2016).
- [16] Anderson, T., and Dron, J., “Three generations of distance education pedagogy,” *Int. Rev. Res. Open Dis.* 12, 80-97 (2011).
- [17] Junco, R., Heiberger, G., and Loken, E. “The effect of Twitter on college student engagement and grades,” *J. Comput. Assist. Learn.* 27, 119-132 (2011).



# Alfabetización transmedia a través de *e-learning* en el ámbito educativo

Luis Manuel Fernández Martínez  
Universidad a Distancia de Madrid (UDIMA)  
Marta Medina Núñez  
Universidad San Pablo CEU

## ABSTRACT

En este contexto de transformación digital, la educación superior está siendo testigo de una urgente transformación de la actividad docente y estudiantil. Las clases presenciales se están adaptando a la modalidad virtual y, con ello, las universidades se enfrentan a un doble reto: desarrollar metodologías que garanticen el proceso de enseñanza-aprendizaje y asegurar la adquisición de competencias necesarias por parte del alumnado.

De forma paralela, el entorno mediático se caracteriza cada vez más por procesos de hipermediación protagonizados por las narrativas transmedia. En un sentido amplio, pensar el transmedia como forma de acercarse a los temas curriculares implica buscar caminos para lograr que dichas prácticas ingresen a la universidad y permitan acceder a aprendizajes más conmovedores y profundos. Por ello, se hace pertinente estudiar cómo pueden influir las capacidades propias del transmedia en este incipiente sistema universitario asentado sobre las bases del *e-learning*.

Como respuesta a este contexto de transformación académica, en este trabajo se presenta un exhaustivo análisis de herramientas *online* bajo un enfoque transmediático como guía para el docente en el proceso de enseñanza-aprendizaje y que acentúa el rol activo del alumno.

**Keywords:** *e-learning*, transmedia, innovación docente, educación *online*, educación superior

## 1. INTRODUCCION Y MARCO TEÓRICO

Durante las últimas décadas, en el ámbito universitario se han llevado a cabo nuevas prácticas que hacen necesario reconcebir la enseñanza a la luz de los procesos que emergen de los escenarios con alta disposición tecnológica (Maggio, 2012). De estos, destaca el trabajo con diferentes lenguajes y variados estilos de aprendizaje, la posibilidad de ofrecer a los alumnos trayectorias pedagógicas más personalizadas e ingresar a los temas desde diversas perspectivas y formatos.

En esta línea, es importante señalar el empleo de la narrativa transmedia. Este concepto fue acuñado por Jenkins (2003), quien lo define como “un proceso donde elementos integrantes de una ficción aparecen dispersos a través de múltiples canales de distribución con el propósito de crear una experiencia de entretenimiento unificada”. Posteriormente, este autor identifica siete principios fundamentales propios de estas narrativas (2009)<sup>1</sup>. Aunque originalmente el transmedia solo se concebía en el contexto mediático, su aplicación actual en el ámbito de la docencia es cada vez más recurrente.

Hace algunos años, incluso antes de la crisis sanitaria originada por la COVID-19, ya era frecuente el planteamiento de enfoques que buscaban vincular los medios y las tecnologías a la educación, tales como: el uso de las TIC, el análisis crítico de medios y la educación virtual mediante la implementación de plataformas (*Learning Management System*) con el objeto de poner en funcionamiento cursos *online* multicanal y multimedia (*e-learning*, *b-learning* y multimodal). Sin embargo, como bien apuntan Inés Dussel (2005) y Joan Ferrés (2008), se trata de un uso de mecanismos complejos que, frecuentemente y de forma errónea, reproducen currículos y prácticas pedagógicas tradicionales.

---

<sup>1</sup> Los siete principios fundamentales de las narrativas transmedia son: expansión/profundidad; continuidad/multiplicidad; inmersión/extraibilidad; construcción de mundos; serialidad; subjetividad; realización.

La transformación de los planes de estudio, metodologías y organización docente en los diferentes ámbitos de la educación superior exige ante este nuevo escenario un modelo constructivista que plantee actividades y herramientas *online* para la adquisición de las competencias necesarias en la formación del alumnado que promuevan, además, el desarrollo de estrategias cognitivas, fundamentales para fomentar su autonomía en el aprendizaje en el aula (Boza y Conde, 2015).

Conforme a las reflexiones de Ricoy y Fernández (2013), resulta esencial entender que el uso de las TIC en la educación superior ha de ir acompañado de cambios en la concepción pedagógica de los docentes. Como respuesta ante esta necesidad de cambio, es oportuno plantear la adaptación de las narrativas transmedia (*transmedia storytelling*) al contexto universitario.

La aplicación del transmedia en el ámbito docente supone una evolución de la figura del alumno, ya que este es el encargado de desarrollar capacidades relacionadas con el rastreo y tratamiento de la información y, al mismo tiempo, se convierte en creador y multiplicador de los contenidos.

Una de las principales ventajas de la aplicación del transmedia en las clases es la participación y la creación de comunidades, que ponen en práctica el aprendizaje colaborativo tanto en el proceso de enseñanza como en el modelo de trabajo en equipo a través de plataformas *online*. Este tipo de planificaciones didácticas posicionan al alumno en un rol más activo en términos de construcción de conocimiento y autonomía en la elección del tipo de trabajo que llevará a cabo, exigiendo el involucramiento creativo y la toma de decisiones a partir de opiniones formadas.

Teniendo en cuenta el escenario descrito, esta propuesta didáctica busca replantear el modelo educativo universitario desde una doble vertiente. Por una parte, mediante las metodologías *online* y el uso de las TIC para enseñar contenidos académicos; por otra, reconociendo el valor de la narrativa transmedia a partir de la cual las generaciones más jóvenes adquieren su condición de prosumidores. Los objetivos principales son los siguientes:

- Analizar el modelo de enseñanza-aprendizaje basado en el *e-learning* con un enfoque constructivista que acentúe el rol activo del discente.
- Investigar el uso y la aplicación de metodologías *online* de innovación docente adecuadas al nuevo modelo educativo con las que ofrecer a los alumnos trayectorias pedagógicas más personalizadas e ingresar a los temas desde diversas perspectivas y formatos.
- Recomendar herramientas *online* que permitan al alumno adquirir las competencias necesarias para el ejercicio de su labor profesional.
- Explorar los modos en que las actividades de creación transmedia de los jóvenes en entornos extraescolares pueden ser aprovechadas pedagógicamente desde el medio educativo.

## 2. METODOLOGÍA

Es necesario destacar que la investigación planteada en este trabajo es un estudio exploratorio, pues se fundamenta en la observación de la realidad en el ámbito educativo. Para llevarlo a cabo se han diseñado siete fichas de análisis que recogen 60 herramientas recurrentes en el modelo educativo *online*. Cada ficha se corresponde con un principio fundamental del transmedia (Jenkins, 2009) adaptado al ámbito educativo. Estos principios se agrupan en 7 bloques:

1. Expansión (*spreadability*) vs. Profundidad (*driballity*).
2. Continuidad (*continuity*) vs. Multiplicidad (*multiplicity*).
3. Inmersión (*immersion*) vs. Extraibilidad (*extractability*).
4. Construcción de mundos (*worldbuilding*).
5. Serialidad (*seriality*).
6. Subjetividad (*subjectivity*).
7. Realización (*performance*).

En cada uno de los bloques se han distribuido las diferentes herramientas según su mayor aplicabilidad a cada principio transmedia. Para facilitar la labor docente, se ha hecho, además, un análisis más concreto de cada herramienta basado en las siguientes categorías / subcategorías.

## 2.1 Herramientas

- **Uso principal:** comunicación, muros de contenido, pizarras virtuales, gestión de aulas virtuales, planificación y gestión de tareas, creación de presentaciones, creación de actividades, creación de otros recursos.
- **Acceso:** gratuito, gratuito con registro, gratuito con opción *premium* o solo *premium*.
- **Modalidad temporal:** la herramienta exige que los alumnos estén conectados al mismo tiempo (sincrónica) o no (asincrónica).

## 2.2. Usuario

- **Iniciativa de la participación:** la decisión del uso de la herramienta parte del profesor o del alumno.
- **Tipología de actores:** direccionalidad con la que se emplea la herramienta (ya sea del profesor al alumno, del alumno al profesor o del alumno al alumno).
- **Interacción transmedia:** se determinan tres tipos de interacción transmedia según la clasificación de Molpeceres y Rodríguez (2014): interacción pasiva, activa y creadora. En este trabajo se aplica al ámbito docente, de modo que en la interacción pasiva, el usuario (profesor o alumno) trabaja con la herramienta sin recibir ningún tipo de *feedback*; en la interacción activa, recibe *feedback*; y en la interacción creadora, se torna creador (prosumidor).

## 2.3. Método pedagógico

- **Aprendizaje basado en proyectos:** el alumno es responsable de planificar, organizar y diseñar su trabajo. El docente presenta un proyecto motivador, conectado con la realidad de sus discentes, y los acompaña como guía a lo largo de todo el proceso.
- **Aprendizaje basado en el pensamiento:** el alumno trabaja los temas del currículo a través de la reflexión, el razonamiento y la toma de decisiones. Se busca la comprensión profunda de los contenidos.
- **Aprendizaje basado en competencias:** centrado en el desarrollo de habilidades genéricas y específicas a fin de formar alumnos cualificados en el ámbito profesional.
- **Aprendizaje experiencial:** el alumno aprende haciendo para observar y reflexionar sobre la experiencia vivida. Finalmente, extrae conclusiones en forma de marco conceptual.
- **Método del caso:** Esta metodología propone el estudio de una situación específica con el objetivo de conectar la teoría con la práctica (un problema real).
- **Expositivo/lección magistral:** el docente presenta verbalmente los contenidos del currículo, con o sin apoyo audiovisual.
- **Flipped classroom:** el alumno prepara el contenido teórico en casa para después compartir conocimientos en el aula. El docente consolida el aprendizaje de sus discentes.
- **Trabajo cooperativo:** los alumnos trabajan contenidos académicos por equipos. Esta metodología busca que aprendan a dos niveles: individual y grupal.
- **Gamificación:** debido a su carácter lúdico, los alumnos interiorizan los contenidos didácticos de manera fácil y amena, generando experiencias positivas en el discente.
- **Design Thinking:** los alumnos buscan soluciones originales para diferentes problemas. Esta metodología se inspira en la labor de los diseñadores.
- **Visual Thinking:** los alumnos trabajan contenidos didácticos de forma gráfica, facilitando así la asimilación de conceptos complejos.

## 3. RESULTADOS

A continuación se presenta un mapa con la distribución general de las herramientas (véase figura I) y la presentación de las siete fichas con el análisis respectivo de cada una (fichas incluidas en anexo). Para facilitar su comprensión se incluye una leyenda de símbolos (véase figura II)

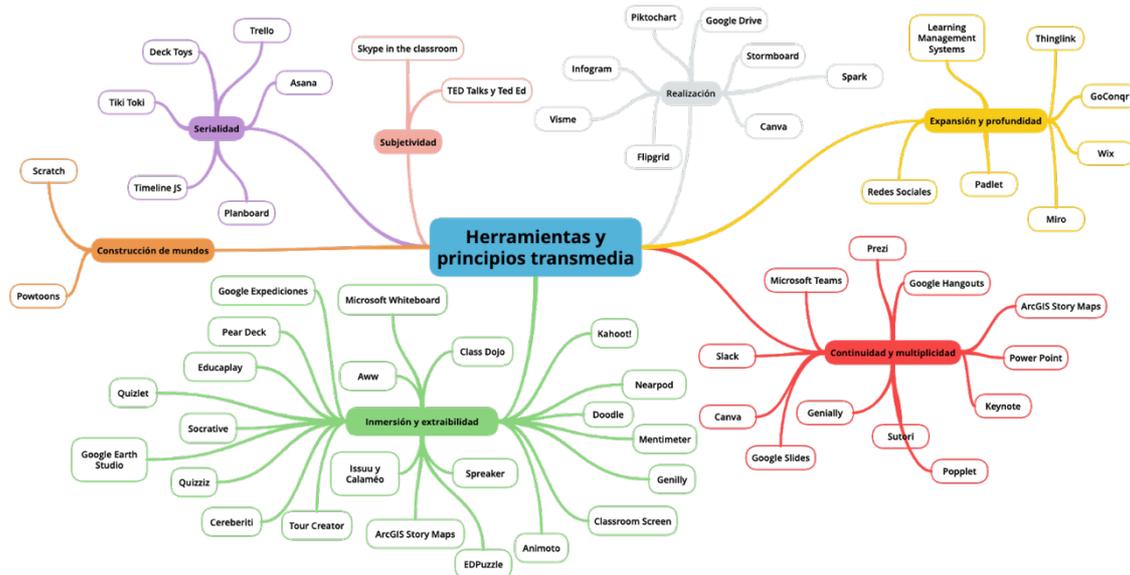


Figura 1. Distribución general de herramientas según los 7 principios transmedia. Fuente: elaboración propia.

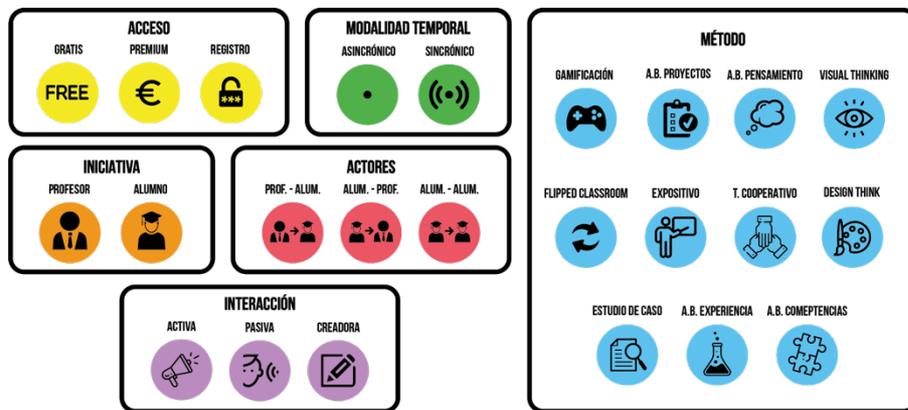


Figura 2. Leyenda de símbolos. Fuente: elaboración propia.

1. Expansión (*spreadability*) vs. Profundidad (*driballity*). Expansión: el contenido de la materia puede ser difundido de forma activa por el alumnado (ej.: un *retweet*) / Profundidad: la posibilidad de ahondar en el material didáctico a diferentes niveles (ej.: navegación dentro de una web).

2. Continuidad (*continuity*) vs. Multiplicidad (*multiplicity*). Continuidad: la coherencia presente en la materia a través de su desarrollo en los diferentes contenidos (ej.: el uso de presentaciones como base del material didáctico) / Multiplicidad: la posibilidad de acceder al contenido docente a través de varios enfoques (ej.: transversalidad o sinergias).

3. Inmersión (*immersion*) vs. Extraibilidad (*extractability*). Inmersión: la motivación del alumnado para implicarse en los diferentes contenidos de la asignatura (ej.: concurso entre alumnos) / Extraibilidad: la adaptación de los contenidos didácticos al mundo real (ej.: juego de rol).

4. Construcción de mundos (*worldbuilding*): la creación de un contexto (real o ficticio) en torno a los contenidos de la materia. (ej.: videojuego para explicar la Edad Media).

5. Serialidad (*seriality*): fragmentación de los contenidos de la asignatura para que se impartan de forma progresiva (ej.: línea temporal).

6. Subjetividad (*subjectivity*): presentación del contenido de la materia bajo otros puntos de vista alternativos al docente (ej.: clase magistral de un invitado profesional no académico).

7. Realización (*performance*): El alumno tiene la iniciativa de participar activamente en el desarrollo de contenidos extra a los del currículo de la materia. (ej.: el alumno crea un foro de debate).

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La clasificación propuesta en este trabajo está basada en un aprovechamiento de las herramientas según su funcionalidad principal. Tras el estudio exploratorio se destaca lo siguiente:

1. Para conseguir una experiencia integral transmedia es necesaria la combinación de los principios fundamentales y, con ello, el empleo de varias herramientas.
2. Este trabajo combinado exige que cada herramienta sea cuidadosamente seleccionada para obtener unos resultados óptimos a través de su aplicación en el aula.
3. Cada asignatura tiene sus propias necesidades. En función de estas, debe basarse la planificación del enfoque transmedia.
4. Este estudio exploratorio parte de las herramientas como eje principal de la planificación docente. No obstante, es posible trabajar con el enfoque transmedia desde otras perspectivas: seleccionando en primer lugar la metodología o la modalidad temporal, dando prioridad a la iniciativa de la participación o tipología de usuarios involucrados, entre otros.
5. La ventaja de las herramientas *online* es el aprovechamiento de recursos. El docente puede optar por diseñar su propio material, pero también tiene la posibilidad de incorporar otros recursos previamente creados.
6. La interacción transmedia se ha analizado siempre bajo la perspectiva del alumno y está vinculada directamente a la iniciativa de participación. Por ejemplo, con la herramienta *Power Point*, si la iniciativa nace del profesor, la interacción del alumno es pasiva; en el caso de que parta del alumno, su interacción será creadora. Por lo tanto, las diferentes posibilidades de interacción dependerán del tipo de agentes implicados en dicha iniciativa (docente/alumno).

La adaptación de la educación superior requiere de una sólida transformación hacia el modelo *e-learning*. Este trabajo recoge dicha necesidad bajo una propuesta de enfoque constructivista en el que se intensifica el rol activo del alumno. En este contexto de transformación académica, el docente debe saber identificar las posibles rutas de enseñanza-aprendizaje y aplicar las herramientas, medios, plataformas y soportes adecuados para la formación del alumnado.

Tal y como se ha señalado, la aplicación de la narrativa transmedia en la metodología docente abre nuevos horizontes en el proceso de enseñanza-aprendizaje y facilita la adquisición de nuevas competencias curriculares orientadas al mundo profesional. Este enfoque debe entenderse como un complemento innovador para mejorar y adaptar la metodología docente, especialmente en este contexto de transformación académica.

Es interesante subrayar que esta propuesta también es aplicable a diferentes modalidades de enseñanza: a pesar de que se concibe desde la no presencialidad (modelo exclusivo *online*), su puesta en práctica sería viable tanto en un modelo exclusivo presencial como en uno híbrido. En cualquier caso, es recomendable que las metodologías pedagógicas estén orientadas hacia la exploración de recursos docentes ubicados en diversos formatos, lenguajes y medios en un escenario multiplataforma.

## REFERENCIAS

- [1] Boza, A. y Conde, S. (2015). Web 2.0 en educación superior: formación, actitud, uso, impacto, dificultades y herramientas. *Digital Education Review*, (28), pp. 45-58. Consultado el 20 de julio de 2020 de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=5495967>
- [2] Dussel, I. (2005). Impactos de los cambios en el contexto social y organizacional del oficio docente. En *Seminario internacional La renovación del oficio del docente: vocación, trabajo y profesión en el siglo XXI*. IIPE - UNESCO, Buenos Aires. Consultado el 20 de julio de 2020: <http://www.unter.org.ar/imagenes/10063.pdf>
- [3] Ferrarelli, M. (2015). La textualidad des-bordada: transmedia y educación en la cultura digital. *Lenguas vivas*, (11), pp. 8-18. Consultado el 6 de julio de 2020: <https://vdocuments.mx/la-textualidad-desbordada-transmedia-y-educacion-ferrarelli.html>
- [4] Jenkins, H. (2003). Transmedia Storytelling. *MIT Technology Review*. Consultado el 3 de julio de 2020: <https://www.technologyreview.com/s/401760/transmedia-storytelling/>
- [5] Jenkins, H. (2009). Fans, bloqueros y videojuegos: La cultura de la colaboración . Barcelona: Paidós.
- [6] Molpeceres, S. y Rodríguez, M. I. (2014). La inserción del discurso del receptor en la narrativa transmedia: el ejemplo de las series de televisión de.
- [7] Maggio, M. (2012). *Enriquecer la enseñanza. Los ambientes con alta disposición tecnológica como oportunidad*. Buenos Aires: Paidós.
- [8] Ricoy, M.C. y Fernández, J. (2013). Contribuciones y controversias que genera el uso de las TIC en la Educación Superior. Un estudio de caso. *Revista de Educación*, (360), pp. 509-532. Consultado el 9 de julio de 2020 de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=4099288>

## ANEXOS

Tabla 1. Ficha de análisis (principio expansión/profundidad).

EXPANSIÓN Y PROFUNDIDAD							
HERRAMIENTAS				USUARIO			M. PEDAGÓGICO
Uso principal	Herramienta	Acceso	M. temporal	Iniciativa	Actores	Interacción	Método
Learning Management Systems	Blackboard, Moodle, Chamilo, Sakai...						
Redes Sociales	Instagram, Facebook, LinkedIn...						
Muros de contenido	Padlet						
	Miro						
Creación de otros recursos	Thinglink						
	Wix						
	GoConqr						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 2. Ficha de análisis (principio continuidad/multiplicidad)

CONTINUIDAD Y MULTIPLICIDAD							
HERRAMIENTAS				USUARIO			M. PEDAGÓGICO
Uso principal	Herramienta	Acceso	M. Temporal	Iniciativa	Actores	Interacción	Método
Comunicación	Google Hangouts						
	Microsoft Teams						
	Slack						
Creación de presentaciones	PowerPoint						
	Keynote						
	Google Slides						
	Prezi						
	Genially						
	Canva						
Creación de otros recursos	Popplet						
	ArcGIS Story Map						
	Sutori						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 3. Ficha de análisis (principio inmersión/extraibilidad)

INMERSIÓN Y EXTRAIBILIDAD							
HERRAMIENTAS				USUARIO			M. PEDAGÓGICO
Uso principal	Herramienta	Acceso	M. Temporal	Iniciativa	Actores	Interacción	Método
Pizarras virtuales	Aww	FREE					
	Microsoft Whiteboard	FREE					
Gestión de aulas virtuales	ClassDojo						
	Classroom Screen	FREE					
Planificación y gestión de tareas	Doodle	€					
Creación de presentaciones	Animoto	€					
	Mentimeter	€					
	Nearpod	€					
Creación de otros recursos	Pear Deck	€					
	Genially	€					
	Kahoot!						
	Educaplay	€					
	Socrative	€					
	Cerebriti	€					
	Quizlet						
	Quizizz						
	EDPuzzle	€					
Creación de otros recursos	Spreaker	€					
	Tour Creator						
	Google Earth Studio						
	Issuu y Calaméo	€					
	Google Expediciones						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 4. Ficha de análisis (principio construcción de mundos)

CONSTRUCCIÓN DE MUNDOS							
HERRAMIENTAS				USUARIO			M. PEDAGÓGICO
Uso principal	Herramienta	Acceso	M. Temporal	Iniciativa	Actores	Interacción	Método
Creación de presentaciones	Powtoons						
Creación de otros recursos	Scratch						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 5. Ficha de análisis (principio serialidad)

SERIALIDAD							
HERRAMIENTAS				USUARIO			M. PEDAGÓGICO
Uso principal	Herramienta	Acceso	M. Temporal	Iniciativa	Actores	Interacción	Método
Planificación y gestión de tareas	Trello						
	Asana						
	Planboard						
Creación de actividades	Deck Toys						
Creación de otros recursos	Tiki Toki						
	Timeline JS						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 6. Ficha de análisis (principio subjetividad)

SUBJETIVIDAD							
HERRAMIENTAS				USUARIO			M. PEDAGÓGICO
Uso principal	Herramienta	Acceso	M. Temporal	Iniciativa	Actores	Interacción	Método
Comunicación	Skype in the classroom						
Búsqueda de recursos	TED Talks y TED Ed						

Fuente: elaboración propia.

Tabla 7. Ficha de análisis (principio realización)

REALIZACIÓN							
HERRAMIENTAS				USUARIO			M. PEDAGÓGICO
Uso principal	Herramienta	Acceso	M. Temporal	Iniciativa	Actores	Interacción	Método
Comunicación	Google Drive						
Muros de contenido	Stormboard						
Creación de otros recursos	Spark						
	Canva						
	Piktochart						
	Infogram						
	Visme						
	Flipgrid						

Fuente: elaboración propia.

# Simulador didáctico de planificación de procesos. ¿A qué algoritmo de planificación corresponde este diagrama de ocupación de la CPU?

Rubén Yáñez-Martínez<sup>a</sup>, Lorena Otero-Cerdeira<sup>a</sup>, M. Encarnación González-Rufino<sup>a</sup>, and Francisco J. Rodríguez-Martínez<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Escuela Superior de Ingeniería Informática. Universidade de Vigo, Campus As Lagoas, Ourense<sup>1</sup>

## RESUMEN

Entender los algoritmos de planificación de la CPU es fundamental para cualquier estudiante de Ingeniería Informática. Estos algoritmos son esenciales en el funcionamiento eficiente de un sistema operativo y tienen un impacto directo en el rendimiento y la capacidad de respuesta de un sistema computacional. Para fortalecer este conocimiento se ha desarrollado un simulador educativo que guía al estudiante en el aprendizaje de estos algoritmos permitiendo tanto evaluar sus propios conocimientos como servir de compañía en el aprendizaje.

**Keywords:** Simulador, Algoritmo de Planificación de la CPU, Evaluación, Aprendizaje

## 1. INTRODUCCIÓN

Una de las habilidades esenciales para todo estudiante que cursa la asignatura de Sistemas Operativos I, dentro del Grado de Ingeniería Informática, radica en comprender el funcionamiento del Planificador de la CPU. En consecuencia, es fundamental que el estudiante comprenda cómo el administrador selecciona el proceso al que se le asignará la CPU, siguiendo el algoritmo de planificación que esté en uso en ese momento. Una de las actividades que contribuye al desarrollo de esta competencia consiste en evaluar si un diagrama que representa la ocupación de la CPU cumple con los requisitos de un algoritmo de planificación de procesos específico.

Para trabajar este objetivo, se plantea el uso de una herramienta didáctica en particular: el simulador didáctico. Mediante el empleo de esta herramienta, los estudiantes pueden determinar si el algoritmo de planificación que han seleccionado se ajusta o no al diagrama que representa la ocupación de la CPU proporcionado. Este enfoque permite a los estudiantes adquirir una comprensión más sólida de los conceptos, ya que pueden interactuar con escenarios prácticos y obtener retroalimentación instantánea sobre sus decisiones.

Existen en la actualidad distintos simuladores que permiten trabajar estas mismas competencias, tal y como se puede ver en <sup>1</sup> <sup>2</sup>. En cualquier caso, estos simuladores, permiten en mayor o menor medida, y con distintas configuraciones o algoritmos disponibles, simular el comportamiento de un algoritmo de planificación a partir de una carga de trabajo, es decir, una especificación del comportamiento de los procesos. El propósito de la herramienta que se describe en este trabajo es el inverso, partiendo de un diagrama de ocupación de la CPU ya generado, que el estudiante sea capaz de identificar a qué algoritmo o algoritmos corresponde.

## 2. CONTEXTO

Se puede definir un proceso como una secuencia de acciones derivadas de la ejecución de una serie de instrucciones definidas a priori. Los procesos disponen de un estado que cambia a medida que avanza en su ejecución. La ejecución de un proceso está formada por una serie de ráfagas de CPU y de bloqueo. Una ráfaga de CPU es el tiempo de uso de la CPU entre dos Entrada/Salida (E/S), mientras que una ráfaga de E/S es el tiempo entre solicitud y terminación de E/S.

Los procesos, pueden tomar los siguientes estados, y realizar las transiciones que se indican en la Figura 1.

---

<sup>1</sup> Para más información: Lorena Otero Cerdeira: locerdeira@uvigo.es

- **Listo:** está esperando que le sea asignado la CPU.
- **Activo:** está en posesión de la CPU, por lo que se está ejecutando.
- **Bloqueado:** está esperando a que ocurra un evento para poder continuar con su ejecución, como son las operaciones de E/S.

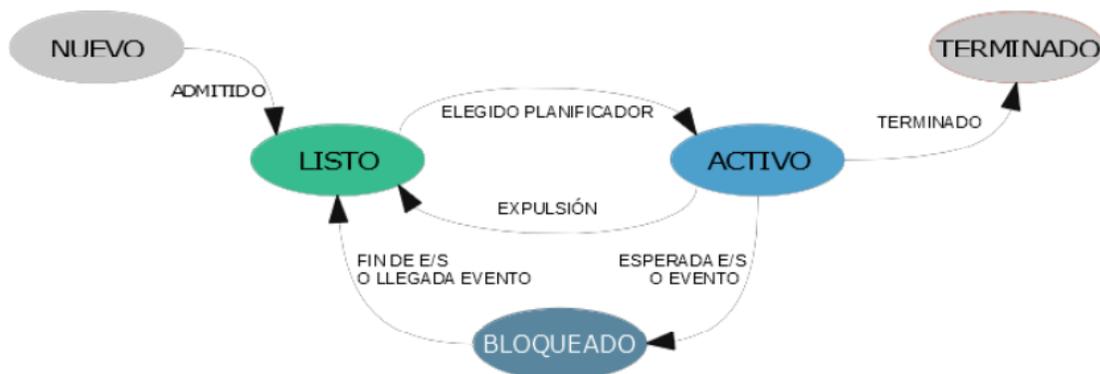


Figura 1. Diagrama de transición de estados de los procesos para un escenario de una sola CPU.

El Planificador de Procesos <sup>3</sup> es el encargado de decidir a qué proceso, de la cola de procesos en estado *Listo*, se le asigna la CPU, en función del criterio del algoritmo o política de planificación. También es el responsable de evitar situaciones en las que la CPU está ociosa, intercalando la ejecución de varios procesos. Por su parte, las políticas de planificación se pueden dividir en dos grandes grupos: apropiativas y no apropiativas.

- **Políticas de planificación no apropiativas** <sup>3 4 5</sup>. No permiten la retirada forzosa de la CPU a un proceso, se debe esperar a que el proceso que está *Activo* abandone voluntariamente la CPU.
- **Políticas de planificación apropiativas** <sup>3 4 5</sup>. Permiten que un proceso que se está ejecutando pueda ser apartado de la CPU por otro proceso antes de terminar su ráfaga de CPU.

Para representar gráficamente el comportamiento que los distintos procesos siguen, de acuerdo con un algoritmo de planificación, se emplea un diagrama de ocupación de la CPU que se obtiene a partir de una carga de trabajo. Una carga de trabajo, tal y como se muestra en la tabla 1, recoge la siguiente información:

- **Proceso:** letra identificadora del proceso del diagrama de ocupación de la CPU (Se utilizan letras por simplicidad. Cumple la función identificativa del PID del proceso).
- **Tiempo estimado de ejecución inicial:** tiempo que se estima que un proceso requiere para completar su ejecución. Rara vez este dato está disponible, por tanto, se suele confiar en las estimaciones de los usuarios.
- **Tiempo de llegada al sistema:** instante de tiempo en el que el proceso llega al sistema.
- **Prioridad:** calificador asignado a un proceso que determina la atención que va a recibir del sistema. A menor valor, mayor prioridad, por ejemplo 1 es más prioritario que 2.
- **Quantum:** es el tiempo máximo de estancia de un proceso en Activo. Este puede ser el mismo para todos los procesos, o distinto para cada uno de ellos. Además, el quantum de un proceso puede ser fijo durante toda su ejecución o puede cambiar de valor durante la ejecución del proceso. Este simulador va a trabajar con un quantum fijo para cada uno de los procesos durante su ejecución.
- **Ráfagas CPU-BLOQ:** que representan respectivamente las unidades de tiempo de las ráfagas de CPU del proceso, o las unidades que el proceso está bloqueado.

Tabla 1. Ejemplo de carga de trabajo

Proceso	T. estimado	Llegada	Prioridad	Quantum	CPU	BLOQ	CPU	BLOQ	CPU
C	20	20	1	5	5	5	10	15	5
B	80	15	1	10	15	15	10		
A	55	0	2	5	10	15	10	5	15

El diagrama de ocupación de la CPU ayuda a representar la ocupación de la CPU por parte de los procesos que coexisten en el sistema, se puede ver un ejemplo en la Figura 2.

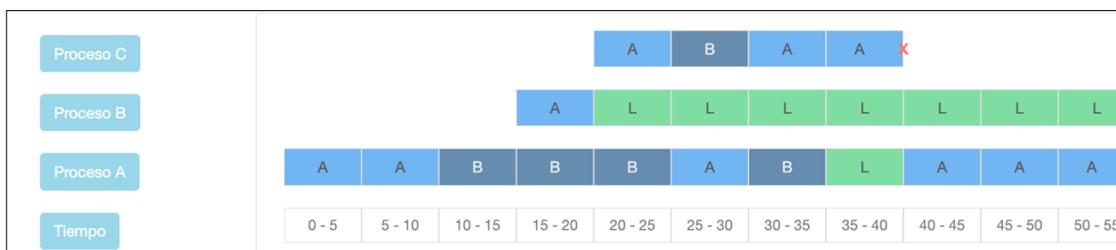


Figura 2. Fragmento de diagrama de ocupación de la CPU.

En el diagrama se emplea el eje X para representar el tiempo y el eje Y para especificar los procesos existentes en el sistema. A lo largo del tiempo que tardan en ejecutarse estos procesos se debe indicar el estado en que se encuentra cada uno de ellos mediante la nomenclatura acordada. En el caso del simulador desarrollado se emplea la siguiente nomenclatura:

- Estado *Activo*, se representa con A en un recuadro de fondo color azul claro.
- Estado *Bloqueado*, se representa con B en un recuadro de fondo color azul oscuro.
- Estado *Listo*, se representa con L en un recuadro de fondo de color verde.
- Una X, en color rojo, en un instante de tiempo, indica que el proceso ha finalizado su ejecución.

### 3. SIMULADOR DIDÁCTICO

Como se indicaba anteriormente se ha desarrollado un simulador didáctico, como herramienta de apoyo a la docencia en la asignatura de Sistemas Operativos I del Grado de Ingeniería Informática. Mediante este simulador, el estudiante pueda saber si el algoritmo de planificación de la CPU que ha elegido se corresponde, o no, con el diagrama de planificación de la CPU dado.

El funcionamiento del simulador se basa en dos conjuntos de reglas, por una parte las *reglas de validación del diagrama* (3.1), que se encargan de comprobar que el diagrama de ocupación de la CPU introducido es correcto, y por otro lado, las *reglas de análisis del algoritmo de planificación* (3.2), que se encargan de comprobar que el diagrama de ocupación de la CPU cumple o no el algoritmo de planificación de procesos seleccionado por el estudiante.

En primer lugar, se comprueba que el diagrama de ocupación de la CPU no presenta ningún error, ejecutando el primer conjunto de reglas. En caso de presentarlo, hasta que no se solucione no permite que se ejecuten el segundo conjunto de reglas.

#### 3.1. Reglas de validación del diagrama

El primer conjunto de reglas ayuda a determinar si un diagrama de ocupación de la CPU introducido por parte del estudiante presenta algún error. Como la tipología de los posibles errores es variada, y con el objetivo de simplificar la visualización al estudiante, al analizar el diagrama se ofrecen los siguientes apartados:

- **Resumen:** en este apartado se validan aspectos generales del diagrama de ocupación de la CPU, que se concretan en las siguientes reglas:
  - **Regla de validación 1:** todos los procesos deben tener al menos un estado.
  - **Regla de validación 2:** en el sistema no pueden entrar dos procesos al mismo tiempo.
  - **Regla de validación 3:** todos los procesos deben estar, al menos una vez, en estado *Activo (A)*.
  - **Regla de validación 4:** la CPU no puede estar ociosa si existe algún proceso que está en estado *Listo (L)*.
- **Solapamiento de estados activos:** el simulador únicamente permite simular una CPU, por lo que se desprende la siguiente regla:
  - **Regla de validación 5:** no puede haber más de un proceso en estado *Activo (A)* al mismo tiempo.
- **Transiciones incorrectas:** en este apartado se validan aspectos sobre los estados válidos de los procesos, que se concretan en las siguientes reglas:
  - **Regla de validación 6:** todos los procesos deben empezar en estado *Activo (A)* o *Listo (L)*.
  - **Regla de validación 7:** no se pueden realizar las transiciones recogidas en la Figura 3.



Figura 3. Transiciones prohibidas

- **Finalizaciones incorrectas:** en este apartado se validan aspectos sobre la finalización de los procesos, que se concretan en las siguientes reglas:
  - **Regla de validación 8:** todos los procesos deben tener una única marca de *Fin (X)*.
  - **Regla de validación 9:** todos los procesos deben terminar en estado *Activo (A)*.

### 3.2. Reglas de análisis del algoritmo de planificación

El conjunto de reglas de análisis del algoritmo de planificación ayuda a determinar si un diagrama de ocupación de la CPU se ajusta o no a un algoritmo de planificación de procesos seleccionado por el estudiante. En caso de ajustarse, el simulador solo tiene que indicar al estudiante que si se cumple. En caso contrario, las reglas deben ayudar a determinar el instante de tiempo donde dejan de ajustarse y el motivo.

A continuación, se describen las reglas específicas desarrolladas para cada uno de los algoritmos de planificación de procesos que permite trabajar el simulador. Para cada algoritmo se indica:

- Parámetros necesarios: conjunto de parámetros que el simulador necesita para comprobar el algoritmo. Estos parámetros se encuentran en la tabla de carga de trabajo, detallados en la sección 2.
- Política: describe cómo el algoritmo de planificación de procesos organiza los procesos del sistema que están en la *lista de procesos en estado Listo (LPL)*.
- Comprobación: comprobaciones que se realizan para saber si un diagrama de ocupación de la CPU se ajusta o no a un algoritmo de planificación de procesos.

### Algoritmos no apropiativos

En el caso de los algoritmos no apropiativos, añaden una nueva regla al conjunto de análisis del algoritmo de planificación. La nueva regla comprueba que no se produce una transición del estado *Activo* al estado *Listo*. Los algoritmos no apropiativos soportados por el simulador son:

#### **FIFO no apropiativo:**

- Parámetros necesarios: tiempo de llegada al sistema.
- Política: la *LPL* está ordenada en función del orden de llegada al sistema, siendo los primeros los que tienen un tiempo de llegada al sistema menor. Según se vayan creando los procesos, estos se van colocando al final de la lista.
- Comprobación: Para pasar un proceso A a *Activo*, se comprueba que no existe otro proceso B, que en ese instante esté en estado *Listo*, cuyo tiempo de llegada sea anterior que el de A.

#### **SJF (Shortest Job First):**

- Parámetros necesarios: tiempo estimado de ejecución inicial de cada proceso.
- Política: la *LPL* está ordenada en función del tiempo estimado de ejecución inicial, siendo los primeros los que tienen un tiempo estimado de ejecución menor. La CPU se asigna al proceso con menos tiempo estimado de ejecución dentro de la cola de procesos en estado *Listo*.
- Comprobación: Para pasar un proceso A a *Activo*, se comprueba que no existe otro proceso B, que en ese instante de tiempo esté en estado *Listo*, cuyo tiempo estimado de ejecución es menor.

**Colas de niveles múltiples no apropiativo:** este algoritmo tiene una serie de variantes, pero todas ellas tienen en común que la *LPL* está formada por varias colas de procesos, una por cada prioridad. Es decir, se tienen tantas colas como prioridades existan y en cada una de ellas se encuentran los procesos con esa prioridad.

#### ***Colas de niveles múltiples no apropiativo 1:***

- Parámetros necesarios: prioridad de cada proceso y el tiempo de llegada al sistema.
- Política: Los procesos en cada una de las colas se trata de forma FIFO, por orden de llegada al sistema. La CPU se asigna al proceso que se encuentre en la cabecera de la cola de mayor prioridad.
- Comprobación: Para pasar un proceso A a *Activo*, se comprueba que no existe otro proceso B, que en ese instante de tiempo esté en estado *Listo*, cuya prioridad es mayor, o a igual prioridad que tenga un tiempo de llegada anterior.

#### ***Colas de niveles múltiples no apropiativo 2:***

- Parámetros necesarios: prioridad y tiempo estimado de ejecución inicial de cada proceso.

- **Política:** Los procesos en cada una de las colas se ordenan por el tiempo estimado de ejecución inicial de cada proceso, de menor a mayor. La CPU se asigna al proceso que se encuentre en la cabecera de la cola de mayor prioridad.
- **Comprobación:** Para pasar un proceso A a *Activo*, se comprueba que no existe otro proceso B, que en ese instante de tiempo esté en estado *Listo*, cuya prioridad es mayor. En el caso de que ambos procesos tengan la misma prioridad y esta sea la mayor de entre los procesos en estado *Listo*, se aplica un segundo criterio, en concreto, se escoge el proceso con menor tiempo estimado de ejecución inicial.

#### **Colas de niveles múltiples no apropiativo 3:**

- **Parámetros necesarios:** prioridad de cada proceso y tiempo que lleva en estado *Listo*.
- **Política:** Los procesos en cada una de las colas se ordenan en función del tiempo que lleven en estado *Listo*, de mayor a menor. La CPU se asigna al proceso que se encuentre en la cabecera de la cola de mayor prioridad, y por tanto, más tiempo en estado *Listo*.
- **Comprobación:** Para pasar un proceso A a *Activo*, se comprueba que no existe otro proceso B, que en ese instante de tiempo esté en estado *Listo*, cuya prioridad es mayor. En el caso de que ambos procesos tengan la misma prioridad, se aplica un segundo criterio, se escoge al proceso que lleva más tiempo en estado *Listo*, que se calcula desde la última vez que el proceso se incorporó a la *LPL*.

#### **Algoritmos apropiativos**

Los algoritmos apropiativos permiten que un proceso que se está ejecutando pueda ser apartado de la CPU por otro proceso antes de terminar su ráfaga de CPU. Los algoritmos apropiativos soportados por el simulador son:

##### **FIFO apropiativo:**

- **Parámetros necesarios:** tiempo de llegada al sistema.
- **Política:** la *LPL* está ordenada en función del orden de llegada al sistema, siendo los primeros los que tienen un tiempo de llegada al sistema menor. Según se vayan llegando los procesos al sistema, estos se van colocando al final de la *LPL*. Este algoritmo es apropiativo, por tanto, en el caso que llegue, a la *LPL*, un proceso (B) cuyo tiempo de llegada al sistema es menor que el tiempo de llegada al sistema del proceso (A) que está *Activo*, entonces se le retira la CPU al proceso A asignando la CPU al proceso B.
- **Comprobación:** Cuando un proceso A está *Activo* se comprueba que no llegue otro proceso a estado *Listo* cuyo tiempo de llegada al sistema sea menor que el del proceso A.

##### **SRT (Shortest Remaining Time):**

- **Parámetros necesarios:** tiempo estimado de ejecución inicial de cada proceso y tiempo real de ejecución inicial de cada proceso. Para la obtención del tiempo real de ejecución inicial se suman todas las ráfagas de CPU y BLOQ. Por otra parte, también se necesita el tiempo estimado restante de ejecución en un instante  $k$  de un proceso. Se calcula de la siguiente forma:
  1. Se debe disponer, en la carga de trabajo, del tiempo estimado de ejecución inicial del proceso (**TE**).
  2. Se obtiene el tiempo de ejecución real del proceso (**TR**).
  3. Se obtiene la proporción inicial entre **TR** y **TE**, realizando el cociente. *Proporción inicial* =  $TE / TR$ .
  4. Se obtiene el tiempo real restante de ejecución (**TRR**) en el instante  $k$  del proceso. Para ello se debe restar al **TR** todas las ráfagas de CPU, completas o no, y las ráfagas de BLOQ asignadas con anterioridad al instante  $k$  del proceso.

5. Para obtener el tiempo estimado restante de ejecución del proceso (**TER**) se debe aplicar la misma proporción inicial que con los tiempos **TR** y **TE**. Por tanto, se aplica la fórmula del paso 3, siendo **TER = Proporción inicial \* TRR**.

- **Política:** la *LPL* está ordenada en función del tiempo estimado restante de ejecución, siendo los primeros los que tienen un tiempo estimado restante de ejecución menor.
- **Comprobación:** Cuando un proceso A está *Activo* se comprueba que no llegue otro proceso a *Listo* cuyo tiempo estimado de ejecución restante sea menor.

**Colas de niveles múltiples apropiativo:** Este algoritmo tiene una serie de variantes, pero todas ellas tienen en común una cola por cada una de las prioridades, es decir, se tienen tantas colas como prioridades existan y en cada una de ellas se encuentran los procesos con esa prioridad.

**Colas de niveles múltiples apropiativo 1:**

- **Parámetros necesarios:** prioridad de cada proceso y el tiempo de llegada al sistema.
- **Política:** Los procesos en cada una de las colas se trata de forma FIFO, por orden de llegada al sistema. La CPU se asigna al proceso que se encuentre en la cabecera de la cola de mayor prioridad.
- **Comprobación:** Cuando un proceso A está *Activo* se comprueba que no llegue otro proceso a *Listo* con una prioridad mayor. En caso de que lleguen a estado *Listo* dos procesos con la misma prioridad, su ordenación se realiza aplicando el segundo criterio y debería estar primero el proceso que ha llegado antes al sistema.

**Colas de niveles múltiples apropiativo 2:**

- **Parámetros necesarios:** prioridad y tiempo estimado de ejecución inicial de cada proceso.
- **Política:** Los procesos con la misma prioridad se encuentran en una cola ordenada por el tiempo estimado de ejecución inicial de cada proceso. La CPU se asigna al proceso que se encuentre en la cabecera de la cola de mayor prioridad.
- **Comprobación:** Cuando un proceso A está *Activo* se comprueba que no llegue otro proceso a *Listo* con mayor prioridad. En caso de que lleguen a estado *Listo* dos procesos con la misma prioridad, su ordenación se realiza aplicando el segundo criterio y debería estar primero el proceso con el menor tiempo estimado de ejecución inicial.

**Colas de niveles múltiples apropiativo 3:**

- **Parámetros necesarios:** prioridad de cada proceso y tiempo que lleva en estado *Listo*.
- **Política:** Los procesos con la misma prioridad se encuentran en una cola ordenada en función del tiempo que lleven en estado *Listo*, contabilizado éste desde la última vez que ese proceso se incorporó a la *LPL*. La CPU se asigna al proceso que se encuentre en la cabecera de la cola de mayor prioridad.
- **Comprobación:** Cuando un proceso A está *Activo* se comprueba que no llegue otro proceso a *Listo* con mayor prioridad. En caso de tener dos procesos en estado *Listo* con la misma prioridad debe estar primero el proceso que ha llegado antes a estado *Listo* desde la última vez.

**Round Robin:**

- **Parámetros necesarios:** quantum de cada proceso y tiempo de llegada al sistema.
- **Política:** En este algoritmo de planificación de procesos, la *LPL* está ordenada en función del instante en que los procesos se incorporan a dicha lista, teniendo como objetivo asignar la CPU al proceso que lleva más tiempo sin usarla. Los procesos ingresan a la lista de procesos en estado listo, cuando agotan la ejecución de su quantum, cuando salen de un estado Bloqueado o cuando llegan nuevos al sistema. Si en un instante dado, sólo un proceso ingresa a esa lista, este se colocaría al final de esta y esperaría hasta ser el primero de dicha cola para poder ejecutarse.

En el caso de que varias de estas circunstancias puedan coincidir, y, en un mismo instante haya dos o más procesos que ingresen a la lista de procesos en estado listo, estos deben ordenarse correctamente para cumplir el criterio del algoritmo. Para determinar en qué orden se deben añadir los procesos a la *LPL*, nos podemos ayudar de la, que se ha denominado en la asignatura como **regla NBA**. Es importante destacar, que esta regla sólo es de aplicación cuando en el mismo instante llega más de un proceso a dicha lista y dicta que, en caso de este conflicto al ingreso a la lista, los procesos se ordenarían de la siguiente forma:

(N) Primero los procesos nuevos, acaban de llegar al sistema y no han usado nunca la CPU.

(B) Luego los procesos que salen de estar bloqueados usaron ya la CPU, pero no recientemente.

(A) Y, por último, los procesos que completan su quantum, y que acaban de hacer uso de la CPU.

- **Comprobación:** Cuando un proceso A está *Activo* y completa su quantum, se comprueba que no exista otro proceso en estado *Listo*, ya que, en caso de existir, el proceso A debería abandonar la CPU. En caso contrario el proceso A podría ejecutar un nuevo quantum.

#### 4. EJEMPLO DE USO

El simulador presenta dos formas distintas de trabajo para el estudiante. Por un lado, el simulador enseña al estudiante cómo funcionan los distintos algoritmos de planificación de procesos y por otro, ofrece la posibilidad de que el estudiante evalúe sus conocimientos sobre estas estrategias de planificación de procesos. Las funcionalidades más importantes del simulador son:

- Introducción de un diagrama de ocupación de la CPU.
- Obtención de un diagrama de ocupación de la CPU a partir de una batería preexistente.
- Generación de un informe del diagrama de ocupación de la CPU y análisis: se obtiene en un fichero PDF la carga de trabajo y el diagrama de ocupación de la CPU.
- Aprender sobre algoritmos de planificación de procesos: el simulador comprueba si un algoritmo de planificación de la CPU escogido cumple o no un cierto diagrama de ocupación de la CPU. En caso de que no lo cumpla, indica el primer instante en que deja de cumplirse razonando el motivo por el que no se cumple.
- Evaluar conocimientos sobre algoritmos de planificación de procesos: el simulador actúa como asistente acompañando al estudiante en el proceso de evaluación, mediante una serie de cuestiones, que ayudan al estudiante a identificar los motivos por los que un algoritmo no se corresponde con un diagrama de ocupación de la CPU y en qué instante esto sucede.

El simulador ha sido desarrollado como una aplicación web, disponible en la dirección <http://193.147.87.86:8080/simuladorDidacticoPlanificacionProcesos/>. En esta dirección se incluye así mismo un manual de usuario completo, además de una documentación técnica sobre los principales conceptos de planificación de procesos y políticas de planificación. En el enlace, <http://193.147.87.80/videos/>, se incluyen vídeos con un ejemplo completo de uso del simulador.

#### 5. RESULTADOS Y CONCLUSIONES

El simulador se ha incorporado como una herramienta de apoyo a la enseñanza del módulo de Planificación de Procesos durante el ciclo académico 2021/2022, lo que marca su tercer año de implementación en el programa educativo. Este simulador se presenta como un recurso complementario al material de instrucción proporcionado en la asignatura, destinado a fortalecer la comprensión y aplicación de los diversos conceptos tratados. Aunque se incorpora en sesiones presenciales de forma puntual, su principal utilidad radica en apoyar el trabajo autónomo del estudiante, permitiendo la revisión de conceptos y la validación del aprendizaje adquirido de manera independiente.

La reacción de los estudiantes en los cursos en los que han dispuesto de esta herramienta ha sido notablemente positiva. Se destaca su capacidad para fomentar un enfoque práctico en la asimilación de contenidos al facilitar la aplicación concreta de teorías y conceptos. Además, es relevante subrayar que la adopción de este enfoque potencia el interés del alumnado, en gran medida debido a la retroalimentación inmediata que se obtiene al interactuar con el simulador. Este factor, a su vez, ejerce un impacto significativo en la motivación general de los estudiantes, contribuyendo a un entorno de aprendizaje más dinámico e involucrado.

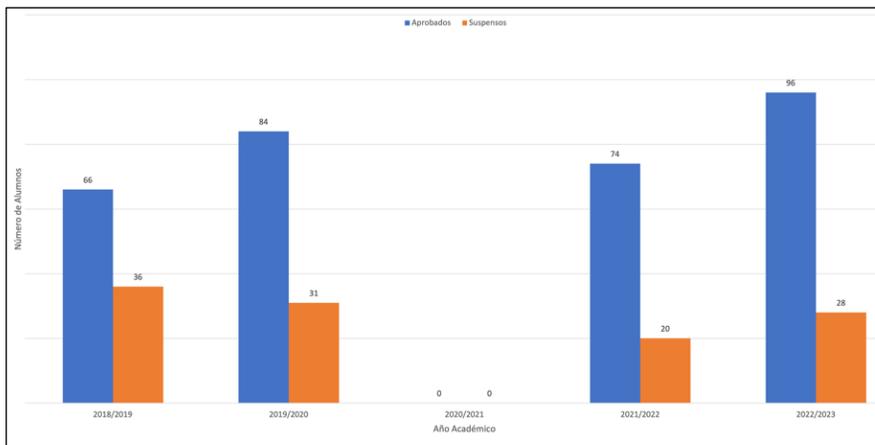


Figura 4. Resultados obtenidos<sup>2</sup>

Como se ilustra en la Figura 4, desde la introducción del simulador en la metodología educativa, se ha observado un aumento constante en el porcentaje de aprobados en las actividades relacionadas con la planificación de procesos. Estos datos revelan una tendencia ascendente, pasando de un 65% en el curso académico 2018/2019 hasta un 77% en el curso 2022/2023, el último del que se tienen datos. Cabe señalar que, para el curso académico actual, 2023/2024, aún no se han recopilado resultados debido a que la asignatura se encuentra actualmente en proceso de impartición.

A pesar de la tendencia positiva que se ha observado en el incremento del porcentaje de aprobados en las actividades relacionadas con la planificación de procesos desde la incorporación del simulador a la metodología docente, es importante destacar que, dado que este enfoque se ha aplicado únicamente durante dos años académicos, aún resulta prematuro extraer conclusiones definitivas. Se requiere de un seguimiento continuo y una evaluación a largo plazo para establecer de manera más sólida el impacto del simulador en el proceso de enseñanza-aprendizaje. La recolección de datos adicionales a medida que se amplía la duración de su uso permitirá un análisis más completo y respaldado por evidencia para evaluar su efectividad en el contexto educativo.

## REFERENCIAS

- [1] Álvarez, D. “Simulador planificación de procesos”, octubre 2010, <https://alvarez.tech/simulador-planificador-procesos>. (14/08/2023).
- [2] Rodríguez Cayetano, Manuel, “Simulador de planificador de CPU”, octubre 2011, <https://www.tel.uva.es/personales/stm/laboratorio/tkPlanifCPU/help/es/mainFrame.html>. (14/08/2023).
- [3] Silberschatz, A., Galvin, P. B., y Gagne, G., [Operating System Concepts, 10th Edition], Wiley (2018).
- [4] Stallings, W., [Operating Systems. Internals and Design Principles], Prentice Hall, 7th ed. (2012).
- [5] Tanenbaum, Andrew S. y Bos, H., [Modern Operating Systems], Pearson, 4th ed. (2009).

<sup>2</sup> En el curso 2020/2021 no se realizaron las tareas relativas a planificación de procesos. Esta omisión se debió a una reestructuración en la metodología docente, necesaria para adaptarse a las medidas sanitarias impuestas en respuesta a la pandemia de COVID-19.



# Tratamiento de efluentes domésticos mediante métodos biofiltro sostenibles

Paulino Vasco Mariano Muguirrima<sup>1</sup>, Nicolau Penicela Chirinza<sup>1</sup>, Salvador Carlos Grande<sup>1</sup>, Carlos Alberto Mendieta Pino<sup>2</sup>, Federico León Zerpa<sup>2</sup>, Sebastián Ovidio Pérez Báez<sup>2</sup>, Alejandro Ramos Martín<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Zambeze (UniZambeze), Moçambic.

<sup>2</sup>Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Natural (iUNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

## ABSTRACT

The discharge of effluents is a permanent environmental and sanitation concern. Efficient water management must include water treatment and reuse. It is therefore necessary to study treatment systems to improve their performance throughout the entire chain, from drinking water to wastewater or, more specifically, waste effluent. Currently, technologies using bio-filtration processes have proved to be an effective and low-cost method for treating industrial effluents and domestic sewage. In this study, a low-cost domestic sewage treatment system made up of biofilters and pipes was built on a bench model as a means of teaching practical classes, and its efficiency was also studied. The results showed that the equipment can be made from recyclable material and is low-cost, easy to detail technically and easy to handle and operate. The students involved can easily replicate the technology in their communities, thus spreading low-cost sanitation treatment technologies to low-income populations without access to conventional sanitation systems. The parameters pH, turbidity, chlorination, temperature, and electrical conductivity were all at acceptable levels for discharge into receiving bodies and domestic use.

**Keywords:** biofilter, odorous emissions, anaerobic reactors, biodegradation, effluent treatment.

## 1. INTRODUÇÃO

O saneamento na maior parte das regiões do mundo tem sido um problema sério e global. Cerca de 2.6 mil milhões de pessoas, não têm acesso ao saneamento adequado. Este número é preocupante, especialmente nos países em vias de desenvolvimento onde Moçambique faz parte. Embora se reconheça a face à importância que o saneamento básico do meio representa na saúde das comunidades rurais e urbanas e muito em particular da população pobre. Este cenário tem como consequência a exposição de muitas pessoas a uma maior vulnerabilidade a doenças infectocontagiosas e um veículo de doenças como diarreicas e cólera<sup>9</sup>.

O esgoto ou efluente doméstico é aquele que provém de quaisquer edificações que disponham de banheiros, lavanderias e cozinhas. É constituído por resíduos humanos, fezes e urina, e águas produzidas nas diversas atividades diárias, como asseio corporal, preparo de alimento, lavagem de roupas e utensílios domésticos<sup>13</sup>.

Ao longo do tempo, tem-se constatado o surgimento de grandes contaminações de toda ordem, como reflexo não apenas de problemas econômicos e sociais, mas também da utilização indevida dos recursos naturais. Não é difícil verificar como consequência disso, um grande desequilíbrio ambiental que afeta os seres em geral. A poluição da água constitui-se um grande problema a ser enfrentado pelas sociedades, que durante várias décadas vêm degradando o meio ambiente num ritmo cada vez mais acelerado. Percebe-se que a contaminação dos solos ou dos corpos de água são decorrentes de emissão de substâncias poluentes, resultantes de processos industriais, de esgoto doméstico, de veículos automotores e inclusive de atividade agrícola<sup>8</sup>.

Filtros biológicos são dispositivos compostos de materiais orgânicos e inorgânicos e possuem, geralmente, quatro camadas: a primeira é constituída de material orgânico com elevado nível populacional de micro-organismos e minhocas, para absorção e degradação da matéria orgânica presente nos esgotos domésticos; a segunda camada possui apenas material orgânico proporcionando nova filtração do efluente. A terceira e quarta camadas são constituídas por pedras, tendo por finalidade proporcionar a aeração e a permeabilidade no sistema<sup>9</sup>.

Eles podem apresentar zonas aeróbicas e anaeróbicas em cuja superfície de separação ocorre a fixação e o desenvolvimento de microrganismos na forma de bio filmes e em cujos interstícios também podem proliferar microrganismos na forma de grânulos e flocos. Nesses reatores, o meio suporte encontra-se imóvel ou completamente

submerso. Dentre tais reatores, os filtros biológicos de infiltração destacam-se por apresentar elevada segurança operacional, além de operação e monitoramento mais simples. Tais reatores geralmente são dos mais indicados para o tratamento de despejos predominantemente solúveis, visto que os riscos de entupimento do meio suporte aumentam proporcionalmente à concentração de sólidos em suspensão<sup>10,11</sup>.

O tipo de público que está orientado para a inovação proposta são os estudantes de engenharia com orientações viradas aos estudos relacionados com o ambiente, processamento de água desde o 1º nível até ao último nível, ou mesmo aos estudos posteriores ao Doutorado. Um outro motivo importante deste trabalho é a compreensão das técnicas básicas do tratamento de águas residuais ao nível geral e ao fácil acesso das técnicas instrumentais aplicadas às águas residuais. Com isso nos leva ao objetivo de aprender a compreender os sistemas de tratamento de águas residuais por biofiltro para águas domésticas. Portanto, o nível de compressão subsequente do biofiltro é baseado no conhecimento de técnicas instrumentais de determinação e processamento de água sanitária através do meio biofiltrante. Por fim, o resultado da aprendizagem é compreender o funcionamento do biofiltro como meio de processamento de águas residuais e proporcionar uma melhor compreensão das técnicas instrumentais para determinar o seu rendimento de eliminação.

De acordo com<sup>1</sup> as tecnologias de tratamento de efluentes seguem uma sequência e objetivos predeterminados, nomeadamente tratamento primário, tratamento secundário e tratamento terciário. Assim, o tratamento primário tem como objetivo a remoção de partículas sólidas grossas e redução da concentração do material sólido suspenso presente no esgoto doméstico usando princípios de processos físicos ou físico-químicos. O tratamento secundário tem por finalidade a redução de sólidos dissolvidos e sólidos suspensos muito pequenos.

Os tratamentos secundários incluem processos biológicos que podem ser aeróbicos e quando utilizam micro-organismos que necessitam de oxigênio dissolvido no meio líquido e anaeróbicos que utilizam micro-organismos que não precisam de oxigênio dissolvido no meio líquido, sendo utilizado em esgotos domésticos com alta carga orgânica<sup>1</sup>.

Por sua vez o tratamento terciário tem como objetivo promover a redução de bactérias patogênicas bem como a remoção final da matéria orgânica, nitrogênio, fósforo e outros elementos que ainda escaparam nas etapas anteriores e são aplicados quando o esgoto doméstico é lançado em corpos hídricos receptores ou para a reutilização da água.

Os filtros orgânicos e ou biológicos, mais tecnicamente denominados biofiltros são equipamentos que fazem parte da classe de tecnologias de tratamento secundário e terciário constituídos de materiais filtrantes orgânicos capazes de remover solutos e reter sólidos que sejam subprodutos das atividades humanas, agropecuárias e industriais. É uma tecnologia que se destaca pela abundância de meios filtrantes orgânicos, baixo custo de aquisição e possibilidade de compostagem, depois de utilizados e por isso podem ser construídos para atender maior parte da população de forma descentralizada, não necessita de muita engenharia de operação e projecto<sup>5,6</sup>. Os biofiltros são também indicados para o tratamento de efluentes com gases odorantes com concentrações de H<sub>2</sub>S abaixo de 1,0 g/m<sup>3</sup> (aproximadamente 687 ppm) ou com concentrações de Nitrogenio, Fosforo como o caso de efluentes contendo dejetos e urina<sup>12</sup>.

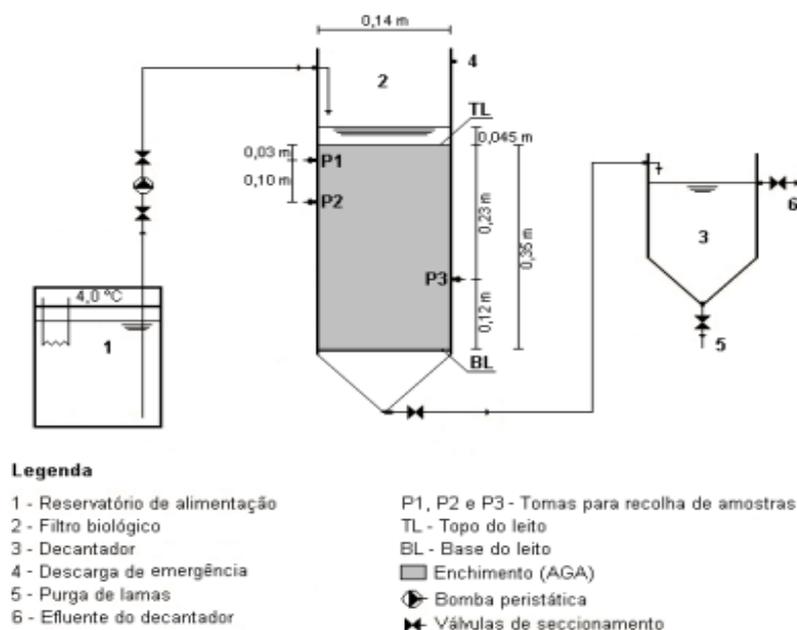


Figura 1. Esquema de um bio filtro Convencional (Fonte Autor)

Os biofiltros podem ser classificados em três tipos principais:

- i) Biofiltro não estruturado e com enchimento de fundo;
- ii) Biofiltro estruturado e sem enchimento de fundo;
- iii) Biofiltro pré-fabricado

No geral todos os biofiltros são compostos das seguintes partes ou elementos:

- i) Tubulação de admissão do esgoto e
- ii) Tubulação de escape de gases e sistema de exaustão;
- iii) Fundo falso;
- iv) Sistema de drenagem de fundo;
- v) Estrutura de sustentação do meio suporte;
- vi) Meio suporte;
- vii) Sistema de irrigação do meio suporte

O filtro selecionado nesse trabalho funciona como um reator anaeróbio/facultativo de fluxo descendente com leito afogado, portanto faz parte da classe de equipamentos de tratamento secundário. A sua construção apresenta facilidades para remoção de excesso de lodo - que poderá eventualmente aparecer com o tempo de operação, porém o risco de entupimento do leito é reduzido pois parte do lodo formado no interior do mesmo é gradativamente arrastado pelo efluente até a saída principal onde se tem o efluente tratado.

## 2. OBJETIVO

Este estudo teve como objetivo, dotar a comunidade universitária ( professores e alunos de cursos de engenharia) de procedimentos técnicos para construir um sistema para tratar esgoto domestico oriunda de pia e casas de banho ou cozinha, através de um biofiltro caseiro usando areia e brita, preocupado em processos físicos e biológicos. Entretanto, a tecnologia vai beneficiar a população de baixa renda que não possuem sistemas convencionais de saneamento, ou todos interessados em instalar sistemas descentralizados de saneamento nas comunidades periurbanas ou rurais. Para a presente proposta o trabalho consistiu no tratamento de águas negras provenientes da cozinha de uma das cantinas e de sanitário da UNIZAMBEZE-FCT (Universidade Zambeze-Faculdade de Ciências e Tecnologias. Analisaram-se parâmetros físicos, químicos e microbiológicos da água tratada pelos biofiltros.

## 3. METODOLOGIA

Para a construção do biofiltro e sistema de tratamento de águas domesticas foram usados materiais recicláveis e produtos de baixo custo econômico, composto por quatro baldes de vinte litros, três desses baldes formaram o corpo do filtro e o outro balde foi usado para transportar água domesticas (negras) coletada da pia de cozinha para o sistema localizado próximo ao bloco dos laboratórios. O material de enchimento dos filtros consistiu de: brita de granulometria (diâmetro máximo de 19 mm), pedrisco (diâmetro máximo de 9,5 mm), areia, malha de nylon e "tubo rugado" ou "conduíte". O filtro 1(superior) foi preenchido com duas camadas de 10 cm cada, uma de brita de 19 mm e uma de areia. O filtro 2 (intermediário) foi preenchido com uma camada de pedrisco e um camada de areia, tendo 10 centímetros cada. A areia foi peneirada de acordo com as peneiras 18 de malha 10 para o filtro 1 e malha 8 para o filtro 2. No filtro 3 fez-se a mistura das duas granulometrias de brita e de areia e a mesma espessura nas camadas<sup>4</sup>.

Na parte superior do filtro 1, um saco reutilizável em forma de rede, com a funcionalidade de conter os materiais mais grosseiros que constituem os esgotos domésticos, servindo como um tratamento preliminar para do esgoto. Na camada superior do filtro 2 (intermediário), encontra-se uma "rede de pesca", feito artesanalmente com linha de nylon, esse material é resistente e de difícil degradação quando disposto no meio ambiente, no filtro, servirá como detentor de materiais mais grosseiros. No filtro 3, o diferencial é que em sua camada superior encontram-se resíduos de materiais da construção civil, como o "tubo isogril liso ou rugoso, resto de material utilizado para instalar os fios de energia da rede elétrica em residências, o mesmo foi recortado em pequenos pedaços, servindo como meio de suporte para aderência de microrganismos decompositores. Cada filtro contém uma torneira conectada a um cano de 20 mm perfurado (tubo de 19 drenagem), localizado no interior do fundo do balde, para recolhimento de amostras individuais para análises como se ilustra na figura 1<sup>4</sup>.

Cada filtro contém uma torneira conectada a um cano de 20 mm perfurado (tubo de drenagem), localizado no interior do fundo do balde, para recolhimento de amostras individuais para análises



Figura 2. Corte transversal dos filtros



Figura 3. Elementos constituintes do Filtro<sup>4</sup>

As análises dos parâmetros físicos, químicos e microbiológicos foram realizadas no Laboratório de Análise da Água, localizado no campus Principal da unizambeze-FCT, onde fora analisados previamente e em cada fase dos filtro do nosso sistema os seguintes parâmetros: Temperatura (°C) amostras; pH (Potencial Hidrogeniônico); Condutividade Elétrica (mS/cm); Sólidos Sedimentáveis (mL/L); Oxigênio Dissolvido (OD em mg O<sub>2</sub>/L; Demanda Bioquímica de Oxigênio (DBO<sub>5</sub>/20 em mg O<sub>2</sub>/L); Turbidez (UNT); Cor Aparente (UC); nitrogênio (N), fósforo (P); sódio (Na) e potássio (K), e são apresentados na tabela abaixo<sup>4</sup>.

Tabela 1. Parâmetros de entrada e saída do nosso Sistema

Parametros	Amostra	Filtro 1	Filtro 2	Filtro 3	Saida
Temp(0C)	27.33	29,5	26.35	24	22,25
PH	8.28	7.49	7.32	6.97	6.94
Cond(mS/Cm)	0.4466	0.4966	0.3160	0.3082	0.2162
TSS(mL/L)	5	3	2.5	0.5	0
OD(mg o <sub>2</sub> /L)	6.9	6.4	6.4	6.6	6.1
DBO(mg/l)	4	4	3.4	3	2
DQO(mg/l)	420	180	123	113	106
Turbidez(NTU)	108	85.5	59.6	26.5	10.5
Cor Aparente(UC)	666	255	134	55.5	33.6

#### 4. ANALISE DOS RESULTADOS E DADOS.

O Sistema construído e montado para o tratamento de esgoto doméstico como indicado na Figura 2, constituído de filtros e tubulações de material reciclado e de baixo custo mostrou-se ser de fácil assimilação por parte dos estudantes, uma vez que pode ser construído mesmo em casa e por mostra-se ser uma solução viável nas comunidades ou para pessoas de baixa renda. Quanto ao seu funcionamento mostrou-se promissor embora alguns aspetos de tamanho podem ser ajustados em função dos padrões de escoamento ou de produção de esgoto domestico.

Analisando os parâmetros das amostras na entrada e na saída, para o caso da temperatura verificou-se que os valores mantiveram aproximados nas amostras entre 29,8°C e 22.25°C, havendo um aumento de temperatura entre a amostra da água negra bruta (Antes o tratamento) e da amostra da água tratada do filtro F3 em todas as análises. Esse efeito é atribuído à temperatura ambiente e as reações biológicas que ocorrem dentro do filtro, como o processo de respiração das bactérias aeróbias que liberam energia para o meio.

E quanto a Turbidez, o sistema de filtros apresentou grande eficiência na remoção de partículas sólidas, diminuindo-se gradualmente as unidades de turbidez em todos os filtros.

Dados esses que podem ser analisados nos gráficos

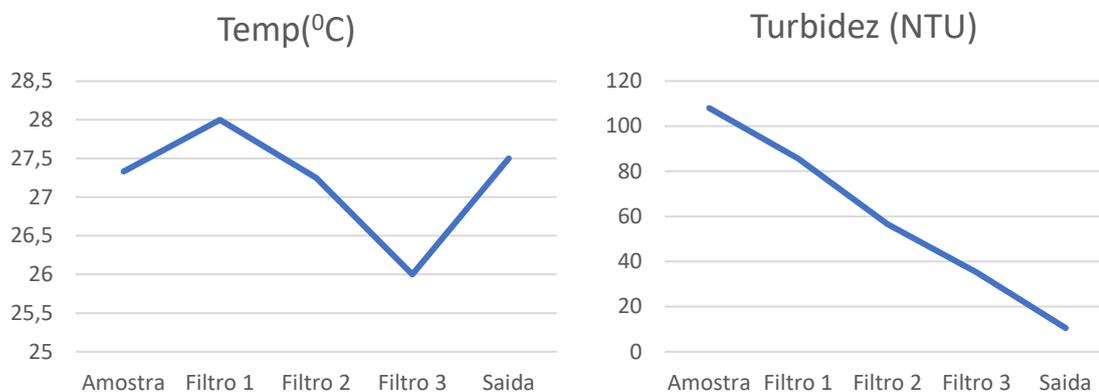


Figura 4. Analise de Temperatura e Turbidez

Através dos Gráficos abaixo, percebe-se que houve uma elevada remoção de Unidades de cor (UC) nas amostras do sistema, comprovando que este opera com capacidade de retenção de substâncias dissolvidas e partículas coloidais em suspensão, diminuindo significativamente esse parâmetro.

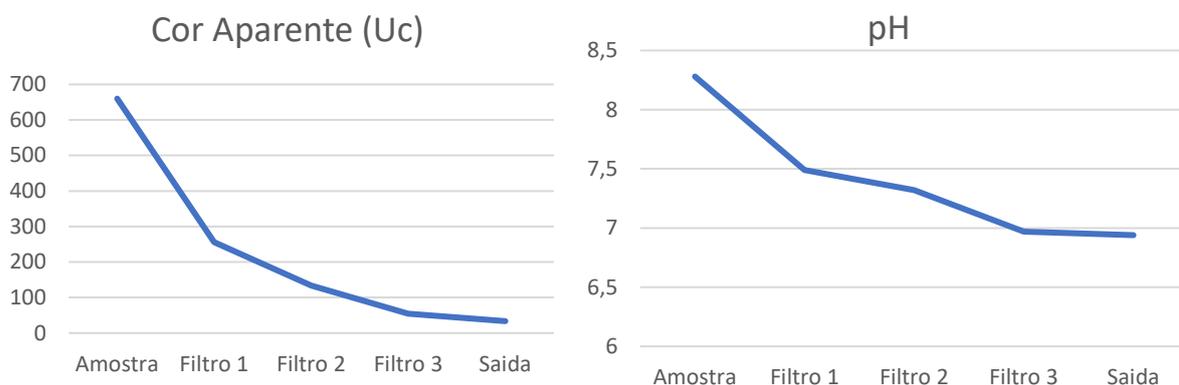


Figura 5. Cor Aparente e pH

O sistema apresentou-se satisfatório na redução do pH da água negra, conforme mostrado no gráfico. Em todas as análises o valor do pH ficou na faixa de neutralidade entre 6.5 e 7.5, após a passagem pelos filtros, valores esses considerados ótimos para Irrigação agraria, bem como para a destinação final nos recursos terrestres e hídricos aceitáveis de pH entre 5,0 e 9,0, para garantir a qualidade desse recurso.

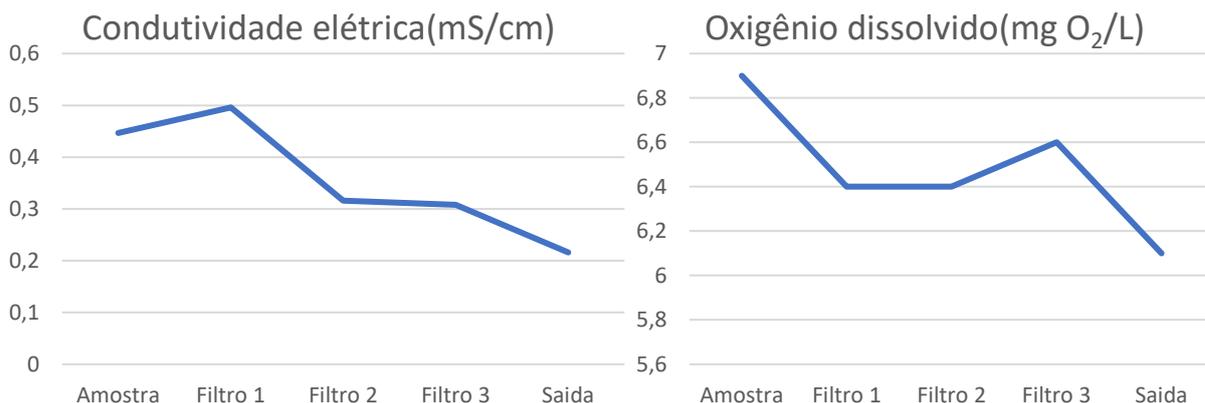


Figura 6. Condutividade e OD

De acordo com os valores de condutividade elétrica apresentados no gráfico, percebe-se que os três filtros consecutivos a análises iniciais, ocorreu um decréscimo nos valores de condutividade.

O oxigênio dissolvido começou a ser medido a partir da Filtro 1 a filtro 2, onde a mesma apresentou valores constantes, mas no filtro 3 os dados foram satisfatórios, com valores de 6.4 +/- 0.3 mg/L, após a passagem pelo 3º filtro. O que representa o ambiente quase anaeróbico em que o filtro se encontrou, com valores de OD reduzindo-se à zero, extinguindo-se os microrganismos aeróbios, restando os facultativos. Entretanto para as análises Químicas tais como DBO, DQO para nosso experimento, resultados fiáveis seriam obtidos se as amostras fossem analisadas em pelo menos um intervalo de tempo de 15 dias, porque seria necessário esperar que processos químicos começassem a ocorrer nos reatores. Sendo assim para nosso experimento não temos como tornar fiável as análises Químicas. Tomamos ênfase apenas o tratamento dos parâmetros físicos.

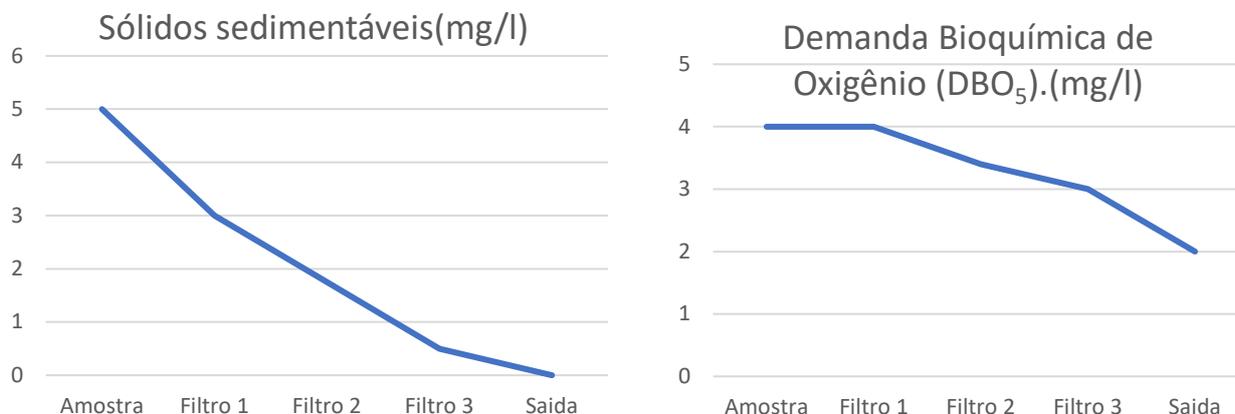


Figura 7. Sólidos Sedimentados e DBO<sub>5</sub>

É possível observar nas análises que após a passagem da água negra pelos filtros 2 e 3, as amostras da água tratada não apresentaram sólidos sedimentáveis, há necessidade de tanque de decantação dos Filtros devido a granulometria dos sedimentos, visto que usamos filtros de areia.

Para o caso dos valores de DBO em águas residuárias domésticas, após a passagem dos filtros apresentam-se em torno de 70 % e 80 % do valor total. Comparando-se o valor de DBO da água Bruta de amostra percebeu-se que não há variação dos níveis de oxigênio dissolvido, devido o tempo levado na análise que foi no mesmo dias, visto que os microrganismos capazes de oxidar a matéria orgânica presente nos esgotos ainda não estavam criados, e essa água ainda não tem características de água potável, mas pode-se usar para outros fins tais como, irrigação, lavagens de carros dos funcionários, etc.

$$\text{Eficiência do Bio filtro} \quad \%Ef = \frac{P_{in} - P_{out}}{P_i} \times 100\% \quad (1)$$

## 5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

O sistema de tratamento formado por filtros para tratar águas negras da Unizambeze operou de maneira satisfatória e eficiente para a remoção da turbidez, cor e sólidos sedimentáveis. Os parâmetros pH, Turbidez, Cloração, temperatura e a condutividade elétrica apresentaram níveis aceitáveis, para descarte em corpos receptores e usos domésticos, mas os parâmetros Químicos tais como DBO, DQO não tivemos resultados satisfatórios. Entretanto recomenda analisar as amostras em intervalos de tempo de 15 dias para apurar de forma eficaz como variam as características químicas nos biofiltros domésticos que se podem usar mesmo para tratar águas de saneamento nas zonas suburbanas.

Recomenda-se a manutenção do Filtro 1 para a remoção de sólidos que causam obstruções dos poros da camada de brita e areia. Após de cada tratamento. Recomenda-se a retirada de 3 centímetros da camada de brita para lavagem e a raspagem de 3 à 5 centímetros da camada de areia com reposição de novo material desinfecionado, isso porque, o filtro 1 recebe a água negras bruta. Para os demais filtros, são sugeridas limpezas de uma à duas vezes mensais ou quando aparecer problemas de obstruções e diminuição da vazão. Sugere-se também que o sistema seja instalada uma caixa de gordura para a diminuição de gordura e restos de alimentos que levam a problemas de obstrução dos filtros e caixas de inspeção para a sedimentação dos sólidos. Portanto, o intuito desse trabalho, foi apresentar metodologia simples, eficiente e de baixo custo de uma forma didática aos estudantes e a comunidade urbana para tratar águas negras e ainda apresentar os procedimentos relativos à manutenção do sistema.

Ao se implementar esses biofiltros para tratar também as águas de esgoto nas comunidades, requiere zonas ou habitações com áreas maiores para facilitar as conexões em pequenas fossas de fluxo descendente e não para zonas com parcelas do tipo 15/20 como é o caso de alguns bairros da cidade da beira, visto que os solos são na sua maioria de lama e com um lençol freático muito elevado o que proporciona fácil enchimento.

## REFERÊNCIAS

- [1] Batista, R. O; Oliveira, A. F. M; Santos; D. B. dos; Francisco de Oliveira Mesquita, F. O; Silva, K. B. da . Remoção de óleo e sólidos totais em biofiltros operando com esgoto doméstico primário Water Resources and Irrigation Management. v.2, n.1, p.37-43, Jan.-Apr., 2013’.
- [2] Costanzi, R. N.; Daniel, L. A. Tratamento dos efluentes de Fábrica de papel. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 7, n. 3, 2012.
- [3] Francielen, K. S.,Eyng, J.. O tratamento de Águas residuais de indústria de laticínios: Um estudo comparativo entre os métodos de tratamento com biofiltro e com sistema convencional de lagoas. R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 1, n. 2, p. 4 – 22, out.2012/mar.2013 .
- [4] Guião Laboratorial de análises de águas e efluentes da UNIZAMBEZE.
- [5] Magalhães et al., 2006a) Tratamento alternativo de efluentes industriais a partir de biofiltros de *pistia stratiotes* e zeólita.
- [6] Matos et al., 2010b) reator UASB, Upflow Anaerobic Sludge Blanket.
- [7] Kennes & Thalasso Developing source control programs for commercial and industrial wastewater. (2010)
- [8] Nascimento, N. O.; Heller, L. Ciência, tecnologia e inovação na interface entre as áreas de recursos hídricos e saneamento. Revista de Engenharia Sanitária e Ambiental, v. 10, n. 1, 2015.
- [9] Sardinha, C. A. Avaliação da Situação do Saneamento Básico do Meio e Seus Efeitos Sobre a Saúde Comunitária Rural da Vila do Distrito de Inhassoro. Monografia UEM, ESUDER, 2015.
- [10] Saiani, C. C. S. Déficit de acesso aos serviços de saneamento básico no Brasil. Prêmio IPEA-CAIXA 2006, Brasília, 2018.
- [11] Tundisi, J. G.; Tundisi, T. M.; Abe, D. S.; Rocha, O.; Starling, F. Limnologia de águas interiores: impactos, conservação e recuperação de ecossistemas aquáticos. In: Águas doces no Brasil. 3 ed. São Paulo: Escrituras, 2012. p. 203-237.
- [12] Van Groenestijn & Hesselink (2010)
- [13] Von Sperling, M.; Gonçalves, R. F. Lodo de esgotos, 2011

**Agradecimentos:** Este projecto foi possível com a contribuição incondicional dos estudantes de Engenharia de Processos Industriais edição de 2023, terceiro ano que se envolveram na busca dos materiais usados.



# Proposal for the use of Moringa Oleifera seed extract as a coagulant in the treatment of drinking water

Nicolau Penicela Chirinza<sup>1</sup>, Paulino Vasco Mariano Muguirrima<sup>1</sup>, Salvador Carlos Grande<sup>1</sup>, Carlos Alberto Mendieta Pino<sup>2</sup>, Federico León Zerpa<sup>2</sup>, Sebastián Ovidio Pérez Báez<sup>2</sup>, Alejandro Ramos Martín<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Universidade Zambeze (UniZambeze), Moçambic.

<sup>2</sup>Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Natural (iUNAT), Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

## ABSTRACT

The present work aims to propose the use of Moringa Oleifera seed extract as a coagulant in water treatment, taking as a reference its efficiency in removing turbidity compared to the use of aluminium sulphate coagulant. The Moringa Oleifera coagulant is easy to acquire and use and when prepared in an optimized way, it complies with the recommended water potability standards. In environmental terms, its use is recommended as it does not transmit harmful by-products to the environment.

**Keyword:** Coagulant, Moringa Oleifera Seed, Aluminium Sulphate, water treatment.

## 1. INTRODUÇÃO

O tratamento de água é um processo no qual se busca retirar ou eliminar matéria orgânica, lodo, areia e analisar as características físico-químicas e microbiológicas através de regulamentações para torná-lo ideal para consumo humano<sup>1</sup>. O processo de coagulação é uma etapa essencial na purificação de água. Isto depende da conversão de partículas suspensas em flocos maiores que podem assentar ou ser facilmente filtrados da água. Este processo envolve a adição de certos produtos químicos chamados coagulantes, onde os tais produtos têm a capacidade de auxiliar na floculação de partículas suspensas na água. Sendo por vezes recorrido no processo de coagulação no tratamento de água o uso da Moringa, onde ela é conhecida por ter certas proteínas que são carregadas positivamente em soluções e podem ligar se a partículas carregadas negativamente para remover a turbidez da água<sup>2</sup>

A utilização da semente da Moringa oleífera como coagulante apresenta alguns desafios a serem superados, pois a semente não fracionada também possui outros compostos que são liberados junto com o catiónico proteínas de interesse que podem causar resultados indesejados, como carbono orgânico residual e citotoxicidade após tratamento de água<sup>3</sup>. O núcleo das sementes da Moringa oleífera contém aproximadamente 36,7% de proteína, 34,6% de lipídios e 5,0% de carboidratos (p/p), e como um indesejável conseqüentemente, esses compostos (matéria orgânica) podem facilitar o novo crescimento de microrganismos e levam à formação de subprodutos de desinfecção<sup>2,3</sup>. Polímeros orgânicos naturais têm sido usados há mais de 4.000 anos na Índia, África e China como coagulantes eficientes e como auxiliares de coagulação para águas de alta turbidez para uso doméstico em áreas rurais. Iniciando no século 19, coagulantes químicos como cloreto de ferro III ( $FeCl_3$ ) e sulfato de alumínio  $Al_2(SO_4)_3$  onde passaram a ser utilizados em todo o mundo no tratamento de água para consumo humano consumo, o que deixou o uso de coagulantes em segundo plano, exceto nas áreas rurais e países em desenvolvimento que ainda os utilizam. No entanto, os coagulantes químicos impactam o ambiente e a saúde humana devido à sua composição e ao seu custo mais elevado<sup>1</sup>. Portanto ser de extrema importância a recorrecção de produtos naturais que visa minimizar o impacto ambiental e aumento de custos desnecessário no tratamento de água.

O presente artigo tem como objetivo geral propor o uso de extrato da semente de Moringa Oleífera como coagulante no tratamento da água potável tendo como comparação da sua eficiência com coagulante sulfato de alumínio.

Quanto ao público alvo a inovação proposta orienta se de forma geral aos estudantes da engenharia de Processos, engenharia Química, cursos superiores relacionados com meio ambiente e por fim cursos direcionados ao tratamento da água. De referir que em termo de nível dos estudantes dos cursos referenciados a inovação abrange a todos níveis desde o 1º ano de licenciatura até ao nível de doutoramento.

O nível de compreensão anterior do tema antes da aplicação deste trabalho eram, conhecimento básico dos coagulantes utilizados no tratamento da água a nível geral, das técnicas instrumentais de extração de compostos químicos procedentes de planta e das operações básicas de engenharia química.

O objetivo de aprendizagem é compreender o método de extração do coagulante da planta e entender como aplicar o coagulante nos sistemas de tratamento de água potável e medir sua eficácia.

O nível de compreensão posterior do tema depois da aplicação deste trabalho são obter um conhecimento do método de extração e da eficiência de coagulação na qualidade de água potável. Sendo o resultado de aprendizagem a compreensão do uso dos coagulantes como forma de tratar a água potável e entender as técnicas de extração de fontes naturais.

## 2. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

A água é um dos componentes fundamentais do desenvolvimento sustentável e a sua conservação é essencial para a preservação da biodiversidade em nosso planeta. Urbanização, mudanças nos padrões de produção e consumo nas nações industrializadas e em desenvolvimento fornece novas questões para a gestão do ciclo da água; o saneamento de águas residuais é um deles representa uma dupla ameaça à saúde pública e à proteção ambiental<sup>4</sup>. Contudo é extremamente imperioso adoção de técnicas que visa no tratamento de água como forma a responder com a qualidade exigida na potabilidade assim como normas ambientais. O processo de coagulação é amplamente utilizado no tratamento de água e esgoto, pois é eficaz para remover sólidos suspensos, turbidez, matéria orgânica, óleo, demanda química de oxigênio (DQO) e cor. O processo de coagulação é conduzido principalmente pela adição de um coagulante que permite a formação de pequenas partículas aglomeradas (partículas finas instáveis) em flocos maiores que podem assentar. Coagulação e floculação estão interligadas. A coagulação é o processo de agrupamento sob mistura em alta velocidade, enquanto a floculação é o processo de sedimentação sob mistura suave. Geralmente, as partículas coloidais são partículas carregadas negativamente. Por isso, coagulação é um processo químico que envolve a neutralização dessas partículas em água e águas residuais, enquanto a floculação é um processo físico que envolve a formação de flocos de partículas neutralizadas durante o processo de coagulação. Assim, grandes flocos se formam durante coagulação, e eles se agregam e sedimentam durante a floculação<sup>5,6</sup>.

A sedimentação por coagulação é amplamente utilizada no tratamento de água devido à sua facilidade de manutenção e baixo custo de operação. O processamento da água potável depende em grande parte de sedimentação por coagulação, que representa aproximadamente 5% do custo total de funcionamento e facilidades de tratamento de água<sup>7-9</sup>.

### 2.1 Moringa oleífera como coagulante

O mecanismo de coagulação utilizando Moringa oleífera para remoção de poluentes da água, ocorre devido à junção dos mecanismos de coagulação e neutralização de cargas. Sendo este, similar ao mecanismo de coagulação do sulfato de alumínio<sup>10</sup>. As sementes da Moringa oleífera possuem quantidades significativas de proteínas catiónicas solúveis, e quando são trituradas em forma de pó e adicionadas em águas turvas, liberam cargas positivas atraindo as partículas que estão carregadas negativamente, como barro, argila, bactérias e demais particulados presentes na água. A coagulação ocorrerá quando as proteínas catiónicas se ligam às partículas negativas formando flocos<sup>11</sup>. A Moringa oleífera pode clarificar águas de alta, média e baixa turbidez<sup>2,6</sup>. Enquanto coagulantes com base de alumínio são eficientes em uma faixa restrita de níveis de pH no tratamento de águas, o uso das sementes de Moringa oleífera independe do pH da água a ser tratada para sua eficiência. Outro efeito benéfico que deve ser observado, quando a Moringa oleífera é utilizada como coagulante, é o efeito do tratamento biológico da água, que ocorre concomitante com a coagulação. Tal efeito se deve ao fato da Moringa oleífera possuir uma substância antimicrobiana que age juntamente aos microrganismos que se encontram nas partículas em suspensão na água e acabam sendo eliminados juntamente com o lodo<sup>4,12,13</sup>. A utilização das sementes e vagem da Moringa oleífera juntamente à filtração no tratamento de água evidenciam bons resultados e reduzem o uso de coagulantes químicos não biodegradáveis, além de apresentar como vantagens uma menor geração de lodo, a produção de lodo biodegradável, uma boa remoção de turbidez e cor, remoção de quase 90% de bactérias e mantendo o pH da água. Outras vantagens do

extrato da semente de moringa estão na facilidade de manuseio, no envolvimento de tecnologias simples nas quais profissionais não qualificados podem operar, além de um extrato biodegradável.

## 2.2. Qualidade da água potável

Um número significativo de sistemas de abastecimento de água que fornecem água potável para população local, comunidades em todo o mundo são alimentadas por fontes de água superficiais<sup>1,13</sup>. A qualidade das águas superficiais é importante, entre outras preocupações, devido o seu uso generalizado como a principal fonte de água potável para inúmeras comunidades em todo o Mundo. Embora as metas específicas para o tratamento de águas superficiais possam variar dependendo da fonte, qualidade da água e padrões regulatórios, os parâmetros que normalmente exigem redução são os mesmos para a maioria das águas superficiais e inclui turbidez, cor e o conteúdo de matéria orgânica. Os métodos atuais de purificação de águas superficiais incluem adsorção, filtração por membrana, troca iônica, processos de oxidação avançados e processos biológicos. No entanto, a coagulação tradicional ainda é a mais prevalente<sup>6</sup>.

O sistema de tratamento de água convencional consiste em coagulação seguida de sedimentação, filtração e muitas vezes adsorção de carvão ativado (Figura 1)<sup>6,11</sup>.

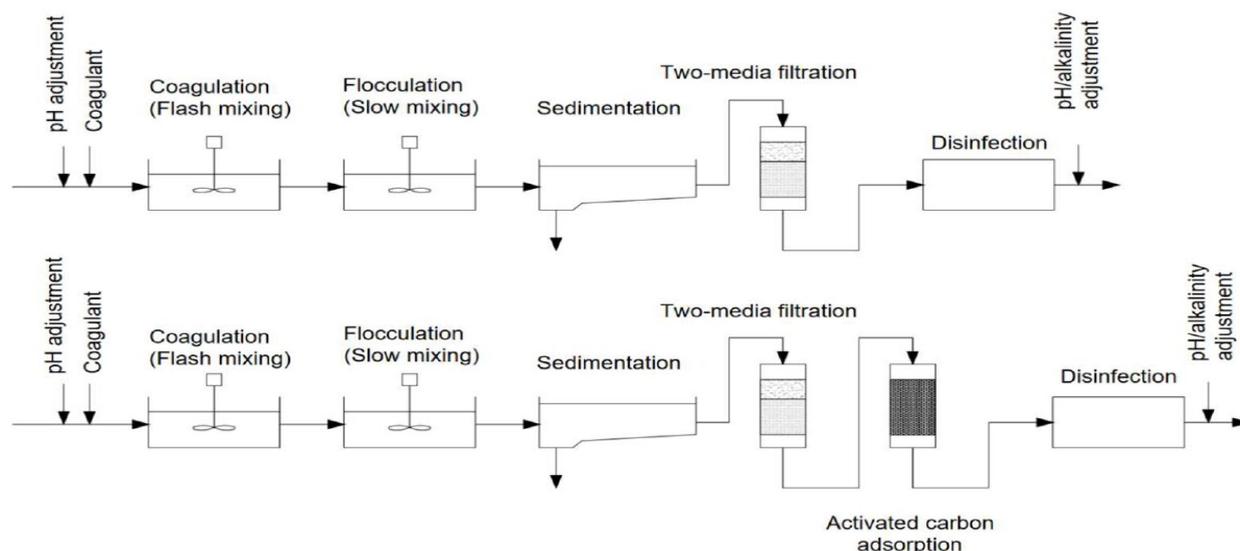


Figura 1: Sistema convencional de tratamento de água (adptado por Takaara)

## 3.MATERIAIS E MÉTODOS

Preparação da solução coagulante do extrato das sementes de *Moringa oleífera*

Para o preparo da solução bio coagulante, seguiu-se a ideologia dos vários autores (Alam et al., 2020; Alazaiza et al., 2022a). De acordo com o autores para uma turbidez inicial de 50 NTU a melhor dosagem para o bio coagulante aquoso seria a uma concentração de 2%, sendo 2 g da amostra moída das sementes de *Moringa oleífera* em 100 ml de água destilada. Para tal o procedimento utilizado foi o seguinte:

- A figura 2 representa as sementes da *Moringa Oleífera* em dois cenários: primeiro caso sementes com casca e o segundo sementes descascadas com auxílio de uma faca.



*Figura 2 Semente de Moringa moída.*

Para melhor contacto entre as partículas foi necessário a diminuição granulométrica das sementes utilizando um moinho de faca.



Figura 3: Semente de Moringa moída.

- b) Para extração do composto ativo foi efetivada da seguinte maneira:
- I. Com o uso de uma espátula e uma balança analítica pesou-se 2 g de pó da semente da Moringa oleífera;
  - II. Utilizou-se uma proveta de 100 ml para medir 100 ml de água destilada;
  - III. Adicionou-se em um becker de 600 ml o 2 g de pó das sementes da Moringa oleífera e posteriormente adicionou-se os 100 ml de água destilada no mesmo becker.
  - IV. A mistura foi colocada em um agitador magnético para uma elevada agitação durante 4 minutos. A solução obtida nestas condições corresponde a uma concentração de sementes moídas da Moringa oleífera de 20 g/l.

A mistura entre as sementes moídas da Moringa oleífera e a água destilada resulta em um líquido esbranquiçado, de cheiro intenso. O tempo de conservação é limitado devido a sua biodegradação. Por esta razão, as soluções do extrato das sementes da Moringa oleífera foram preparadas nos dias de execução dos ensaios em Jar Test.

#### 4.DISSCUSSÃO DE RESULTADOS

Avaliação da eficiência de coagulante de Moringa Oleífera Vs Coagulante de Sulfato de Alumínio. Na remoção da turbidez destacou – se os seguintes resultados em três ensaios analisados de forma separada usando os dois tipos de coagulantes (Moringa Oleífera e Sulfato de Alumínio):

	Eficiência de remoção de turbidez com Moringa oleífera (%)	Eficiência de remoção de turbidez com sulfato de alumínio (%)
Ensaio 1	88,86364	92,27273
Ensaio 2	85,33333	90
Ensaio 3	90,52632	92,63158

Fonte: Autor (2023)

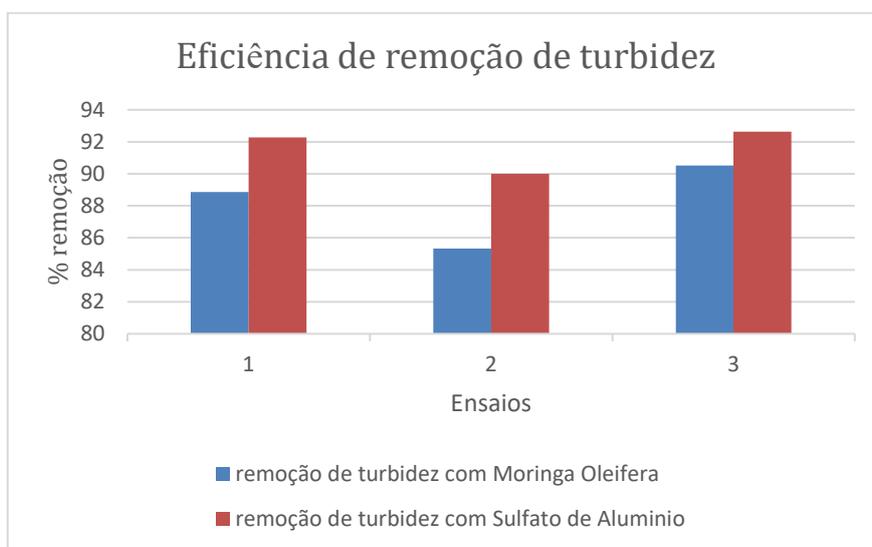


Figura 4. Eficiência de remoção de turbidez no final dos ensaios com o uso da solução coagulante do extrato das sementes da Moringa oleífera e com o uso da solução coagulante do sulfato de alumínio

Com relação à remoção de turbidez o uso da solução coagulante de sulfato de alumínio mostrou ser mais eficiente atingindo 92,63158 % de remoção no ensaio 3, tendo também melhores resultados para os ensaios 1 e 2 reduzindo 92,27273 e 90% .O coagulante extraído das sementes da Moringa oleífera, usualmente, apresenta resultados satisfatórios quanto à remoção de turbidez, alcançando reduções de 80 a 99% para tal parâmetro<sup>6,11</sup>. No final dos ensaios, o uso da solução coagulante do extrato das sementes da Moringa oleífera obteve até 90,52632% de remoção no ensaio 3, com os ensaios 1 e 2 tendo removido 88,86 e 85,33% respectivamente.

Apesar da eficiência de remoção no uso da solução coagulante do extrato das sementes da Moringa oleífera ser inferior em relação a eficiência de remoção no uso da solução coagulante de sulfato de alumínio, os resultados alcançados nos ensaios 1 e 2 atendem aos limites estabelecidos pelo pelo Regulamento sobre a Qualidade da Água para o Consumo Humano. Perante os resultados obtidos tendo como vantagens em situação de qualidade ambiental assim como situação de saúde humana a utilização de coagulante de Moringa Oleífera é extremamente recomendada.

As vantagens no uso da Moringa Oleífera como coagulante comparada ao coagulante sulfato de alumínio são extremamente visíveis desde a aquisição de baixo custo, facilidades no manuseio sem possibilidades de subprodutos contaminantes ao meio ambiente. Para caso específico de estação de tratamento de água potável Moçambicana para obtenção de sulfato de alumínio apresenta se um custo muito elevado pois dependem do mercado internacional. Ainda apresenta uma facilidade sem exigência de uma tecnologia de ponta no modo de preparo deste material orgânico em coagulante.

## 5. CONCLUSÃO

O uso de coagulante de Moringa Oleífera é extremamente recomendado pois ela preparada de forma otimizada atende com a norma exigida a potabilidade da água. E também em termos de avaliação económica assim como na qualidade ambiental o uso de Coagulante Moringa Oleífera tem muita valia, pois a sua aquisição assim como modo de preparo não exige muita tecnologia e dispêndio de energias.

Referente a qualidade ambiental ela não contribui com subprodutos contaminantes ao ambiente assim como possibilidade de contaminação da água tratada.

## REFERÊNCIAS

- [1] Alam, P. Pandey, F. Khan, B. Souayah, and M. Farhan, “Study to investigate the potential of combined extract of leaves and seeds of moringa oleifera in groundwater purification,” *Int J Environ Res Public Health*, vol. 17, no. 20, pp. 1–13, Oct. 2020, doi: 10.3390/ijerph17207468.
- [2] Alazaiza *et al.*, “Application of Natural Coagulants for Pharmaceutical Removal from Water and Wastewater: A Review,” *Water (Switzerland)*, vol. 14, no. 2. MDPI, Jan. 01, 2022. doi: 10.3390/w14020140.
- [3] Chales. B. S. Tihameri, N. V. M. Milhan, C. Y. Koga-Ito, M. L. P. Antunes, and A. G. Dos Reis, “Impact of Moringa oleifera Seed-Derived Coagulants Processing Steps on Physicochemical, Residual Organic, and Cytotoxicity Properties of Treated Water,” *Water (Switzerland)*, vol. 14, no. 13, Jul. 2022, doi: 10.3390/w14132058.
- [4] Elsergany, “The Potential Use of Moringa peregrina Seeds and Seed Extract as a Bio-Coagulant for Water Purification,” *Water (Switzerland)*, vol. 15, no. 15, Aug. 2023, doi: 10.3390/w15152804.
- [5] Hadadi, A. Imessaoudene, J. C. Bollinger, A. A. Assadi, A. Amrane, and L. Mouni, “Comparison of Four Plant-Based Bio-Coagulants Performances against Alum and Ferric Chloride in the Turbidity Improvement of Bentonite Synthetic Water,” *Water (Switzerland)*, vol. 14, no. 20, Oct. 2022, doi: 10.3390/w14203324.
- [6] Khumalo, “characterization of south African Brewery wastewater,” pp. 1–12, 2022.
- [7] Knap-Baldyga and Żubrowska-Sudoł .M, “Natural Organic Matter Removal in Surface Water Treatment via Coagulation—Current Issues, Potential Solutions, and New Findings,” *Sustainability*, vol. 15, no. 18, p. 13853, Sep. 2023, doi: 10.3390/su151813853.
- [8] Meng *et al.*, “Effect of substrate on operation performance of ecological floating bed for treating simulated tailwater from wastewater treatment plant,” *Chemistry and Ecology*, vol. 37, no. 8, pp. 715–728, 2021, doi: 10.1080/02757540.2021.1955868.
- [9] Ribeiro *et al.*, “Magnetic Natural Coagulants for Plastic Recycling Industry Wastewater Treatability,” *Water (Switzerland)*, vol. 15, no. 7, Apr. 2023, doi: 10.3390/w15071276.
- [10] Shabangu. B, Bakare. F, and Bwapwa .J, “The Treatment Effect of Chemical Coagulation Process in South African Brewery Wastewater: Comparison of Polyamine and Aluminum-Chlorohydrate coagulants,” *Water (Switzerland)*, vol. 14, no. 16, Aug. 2022, doi: 10.3390/w14162495.
- [11] Takaara. M and K. Kurumada. K, “Optimum Conditions for Enhancing Chitosan-Assisted Coagulation in Drinking Water Treatment,” *Sustainability*, vol. 15, no. 19, p. 14197, Sep. 2023, doi: 10.3390/su151914197.
- [12] Urrea-Florián and Torres-Benítez. A, “Evaluation of Seeds Moringa oleifera Lam. Present in Urban Forests as a Coagulant-Flocculant for Water Treatment,” MDPI AG, Feb. 2021, p. 1. doi: 10.3390/iecps2020-08553.

# Propuesta de aprendizaje de un método sencillo para el diseño y optimización de un motor de combustión interna alternativo (MCIA).

Juan Carlos Lozano Medina<sup>1</sup>, Vicente Henríquez Concepción<sup>1</sup>, Carlos A. Mendieta Pino<sup>2</sup>, Federico León Zerpa<sup>2</sup>, Alejandro Ramos Martín<sup>2</sup>.

<sup>1</sup>Departamento de Ingeniería de Procesos. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

<sup>2</sup>Instituto de Estudios Ambientales y Recursos Natural (iUNAT). ULPGC

## ABSTRACT

En este trabajo se ha desarrollado una propuesta educativa para los alumnos de ingeniería donde aprenden a calcular y optimizar entre otros parámetros, el rendimiento de un motor de combustión interna alternativo (MCIA) (indiferentemente diésel, gasolina o gas) incidiendo en su diseño y modelización mediante un software libre de código abierto, Diésel-RK. La propuesta para el aprendizaje consiste en la simulación de una necesidad de motorización (tomando de referencia un motor diésel turboalimentado de 4 tiempos) sobre el que se trabajará para optimizar sus parámetros geométricos, funcionales e indicativos y efectivos. Este procedimiento es extrapolable a otro tipo de motores, gasolina, diésel o gas, 4 tiempos o 2 tiempos). El objetivo es ser utilizado en las actividades formativas prácticas a desarrollar por el estudiante en el contexto de las asignaturas de los Grados y/o Máster Universitario en el ámbito de la ingeniería industrial con competencias en el área de máquinas y motores térmicos. La utilización de Diésel-RK conlleva la simulación termodinámica del motor de ciclo completo, optimizando los procesos de trabajo de motores de combustión interna alternativos (MCIA) con todo tipo de variantes y sirve como herramienta efectiva de diseño y optimización de motores de forma versátil ya que permite modificar, por los estudiantes o docentes, el diseño en función de las necesidades. Este hecho es muy útil para comprender y aprender el objetivo propuesto.

**Palabras clave:** Diésel, gasolina, gas, turbo alimentación, inyección, Diésel-RK, MCIA, presión.

## 1. INTRODUCCION

Los motores de combustión interna alternativos (MCIA) han dominado, sin seria competencia, en un amplio campo de aplicaciones debido a su gran ventaja frente a otros tipos de motores entre los que podemos destacar, el rendimiento alto y poco sensible a variaciones de condiciones de funcionamiento, el amplio rango de potencias, sus características constructivas muy diversas y el uso de combustibles de muy diferente naturaleza. Se prevé que dichos motores sufrirán una nueva revolución debido a la comercialización de los combustibles neutros en emisiones. Es importante comprender todos los factores que afectan al diseño del motor para poderlos posteriormente optimizar<sup>1-2</sup>. Establecemos el procedimiento para determinar las características del motor "ejemplo-referencia", diésel turboalimentado de 4 tiempos. Para realizar dicha modelización y simulación se ha elegido el programa informático Diésel-RK, que es gratuito y de "código abierto". Este programa Diésel-RK es un complejo software que determina el ciclo termodinámico del motor, diseñando y optimizando los procesos de trabajo de motores de combustión interna de dos y cuatro tiempos con todo tipo de variantes según las necesidades el usuario<sup>3-4</sup>. El Diésel-RK considera los cilindros del motor como sistemas termodinámicos abiertos dando como resultado de la simulación, (1) la predicción y optimización del consumo de combustible, (2) la curva de par y otras predicciones de rendimiento del motor, (3) el análisis de combustión y emisiones, (4) la formación de mezcla de motores de combustible dual y análisis de combustión, (5) la optimización de la sincronización de válvulas, (6) el análisis y optimización de EGR, (7) la sincronización con el turbocompresor, (8) la conversión de motores diésel en motores de gas, así como (9) la cooperación con diferentes herramientas de modelado: Simulink, IOSO NM, etc.. Diésel-RK se puede ejecutar bajo el control de otras aplicaciones.

Este proyecto educativo va dirigido al estudiante de Grado de Ingeniería Mecánica a nivel de 3º curso de carrera, "*Diseño de Equipos y Sistemas Térmicos*", preferentemente, pero extensible, dado su potencial, a estudiantes de Máster y/o Doctorado. El nivel de conocimiento en esta materia del alumnado antes de la aplicación de la propuesta educativa es actualmente: el conocimiento básico de parámetros que definen un MCIA, el ciclo de funcionamiento y los componentes principales del motor dado en asignaturas de cursos inferiores. El objetivo del aprendizaje es que el nivel de conocimiento en esta materia del alumnado después de la aplicación de la propuesta educativa sea: la comprensión de la interacción de las configuraciones, variables de diseño y funcionamiento que inciden en el diseño, rendimiento, potencia,

emisiones y durabilidad que haga cumplir la normativa vigente y las prestaciones deseadas. Dichos conocimientos, están perfectamente alineados con el aprendizaje especificado en el proyecto docente de la asignatura, los abunda y los amplia, estos son: conocer principios básicos del diseño de equipos y sistemas térmicos, los ciclos térmicos aplicados, describir y entender los aspectos constructivos y saber diseñar equipos y sistemas térmicos. Con ello, el nivel de comprensión posterior será un conocimiento extenso de las variables que inciden en las prestaciones del MCIA y su importancia en su diseño y desempeño.

Se ha establecido una *encuesta previa* que evalúe los conocimientos iniciales del alumnado. Una vez finalizada la aplicación de la herramienta de simulación y realizada la memoria de trabajo por parte del alumno, se contrastará con otra *encuesta final* que evalúe el rendimiento alcanzado en su aprendizaje, incluyendo en ella una *valoración cuantitativa y cualitativa* por parte del alumnado de opinión en este aprendizaje.

Este trabajo se desarrolla dentro de los Proyectos de Innovación Educativa para la Formación Interdisciplinar (PIEFI) - Línea 3. Contenidos y programas de formación y en el seno de los Proyectos de Innovación Educativa “Laboratorios como entornos de trabajo para el aprendizaje activo y colaborativo mediante el diseño, desarrollo, construcción, utilización y el rediseño de equipos y dispositivos para su aplicación en las prácticas” (PIE 2022-60)” y “Aplicación de técnicas de aprendizaje activo y colaborativo en laboratorios como entornos de trabajo. Diseño, desarrollo y adaptación de equipos para su aplicación en sesiones de prácticas” (PIE 2023-60) de la ULPGC.

## 2. METODOLOGIA

Se sigue una serie de secuencias<sup>5</sup> para la obtención los parámetros característicos de un motor<sup>1-5-6</sup> “ejemplo-referencia”, diésel turboalimentado de 4 tiempos. Los datos de entrada requeridos y parámetros de funcionamiento son: (1) Tipo de combustible, (2) Número de cilindros y tipo de motor (en línea, tipo V, bóxer, etc.), (3) Dimensiones del diámetro y la carrera, (4) Relación de compresión, (5) RPM máximas, (6) Sistema de refrigeración (líquido, aire), (7) Área de aplicación del motor, (8) Presión máxima de inyección (esto es necesario para la evaluación de la robustez del motor; la configuración de la cámara de combustión y la geometría de la boquilla del inyector dependen del nivel de presión de inyección), (9) Sistema de refuerzo (se recomienda usar turbocompresor de un solo paso refrigerado y sin recirculación de gases de escape (EGR). El software Diésel-RK se instala y descarga desde el sitio web [www.Diesel-RK.bmstu.ru](http://www.Diesel-RK.bmstu.ru), para posteriormente trabajar sobre él de forma remota conectado a su servidor externo a través de Internet. Las secuencias de acciones de los estudiantes para calcular y optimizar entre otros parámetros, el rendimiento de un motor de combustión (indiferentemente diésel, gasolina o gas) incidiendo, en su diseño y modelización son:

### 2.1 Nuevo proyecto.

Los nuevos proyectos se crean utilizando el *asistente de creación de nuevos proyectos (Wizard of New Project Creation)*, respondiendo a todas las preguntas y asignando parámetros geométricos del motor, parámetros operativos y seleccionando el esquema de turbo alimentación. El *asistente de creación de nuevos proyectos* generará un archivo de entrada, establecerá los coeficientes empíricos requeridos, calculará y establecerá las dimensiones básicas para la admisión de aire y combustible en función de los datos estadísticos y la experiencia en el diseño de motores. Para implementar este paso se requiere información general del motor y/o especificación. Datos de nuestro ejemplo:

1) Motor de 4T, 4 cilindros en línea, gasoil, por inyección, 2) Cilindro de  $D=100,5\text{mm}$ ,  $S=128\text{mm}$ ,  $RC=19$ , 3) Refrigerado por líquido, 4) Para trabajar sobre tierra y mar, 1 bar, 288K, 5) Sin EGR y Turboalimentado con relación de compresión 2, 6) 4 válvulas por cilindro, 7) Potencia máxima a RPM nominales, 134 kW a  $2.060\text{ min}^{-1}$ , 8) Presión media efectiva (BMEP) a RPM nominales, 16,1 bar, 9) Par máximo a RPM, 687 Nm a  $1.500\text{ min}^{-1}$ , 10) Presión máxima del carril, más de 1.000 bar, 11)  $RPM_{\text{ralenti}}=850\text{ min}^{-1}$ .



Los comandos nos servirán de apoyo para introducir, completar o modificar datos. Al seleccionar la relación de compresión del compresor, se recomienda asignar valores más altos para los motores modernos con alta presión máxima de ciclo, así como para los motores con restricciones estrictas sobre las emisiones de hollín y  $\text{NO}_x$ . Si se utiliza el ciclo de Miller, entonces la presión de sobrealimentación debe aumentarse en aproximadamente un 25%. Por otro lado, el sistema EGR requiere un aumento adicional de la presión de sobrealimentación: aproximadamente 0,4 bar por cada 10% de EGR. El *asistente de creación de nuevos proyectos* generará un archivo de entrada, establecerá los coeficientes empíricos requeridos, calculará y establecerá las dimensiones básicas para la admisión de aire y combustible en función de datos estadísticos y la experiencia en el diseño de motores en la industria. No tiene en cuenta el ciclo de Miller y el EGR. Los parámetros para implementarlos deben establecerse manualmente.

## 2.2 Conservación del proyecto.

El proyecto se guarda haciendo clic en el comando , cada proyecto de cada motor y sus correspondientes deben guardarse en una carpeta separada indicando el nombre del fabricante y la especificación del motor al tiempo que se asigna un nombre a las carpetas.

## 2.3 Configuración de los regímenes de funcionamiento del motor.

El estudiante pulsará en el comando , editando la tabla para los modos de operación del motor de acuerdo con las características de rendimiento del motor. Se introduce la potencia máxima del motor en la columna 1 y se reduce gradualmente los valores de RPM en las siguientes columnas con las RPM separadas para el par máximo y RPM para el modo de ralentí colocado en la última columna.

- Para nuestro motor ejemplo, el incremento de RPM la establecemos como: 2060, 1800, 1500, 1200 y 850.
- En la simulación del proceso en el cilindro que se encuentra en la esquina superior izquierda de la tabla de modos de funcionamiento que se muestra en la Figura 1, seleccionamos "Especificar masa de combustible del ciclo, [g]".
- Un primer cálculo, en una primera aproximación del suministro de combustible por ciclo y cilindro de un motor de 4 tiempos y para la potencia máxima la haremos de acuerdo con la fórmula<sup>7-8</sup>:

$$m_f = \frac{SFC \cdot Power}{RPM \cdot i_{cicl} \cdot Z} \quad (1)$$

dónde: **SFC** es Consumo de combustible específico, (*specific fuel consumption*), en [g/kWh] que puede seleccionarse en la Tabla 1 en función del tipo de motor, **Power** la potencia del motor en [kW], **RPM** las revoluciones por minuto del cigüeñal en [min-1], **i<sub>ciclo</sub>** el número de ciclos por revolución (1/2 para 4T y 1 para 2T) y **z** el número de cilindros.

- Insertaremos el valor suministrado de combustible por cíclico obtenido en la tabla "modo de operación" de la Figura 1. El suministro de combustible por ciclo para otros regímenes se especificará más adelante.

Tabla 1. Valor aproximado del SFC, consumo de combustible específico, (*specific fuel consumption*), y eficiencia del turbocompresor a potencia máxima para diferentes tipos de motores diésel.

Tipo de motor	SFC, g/kWh	$\eta_{TC}$
Motor para turismos ligeros	235 ÷ 245	0,47
Motor para camiones con D ≈ 130 mm y BMEP ≈ 12	230 ÷ 235	0,49
Motor pesado con D ≈ 130 mm y BMEP ≈ 16	225 ÷ 230	0,51
Locomotora diésel con D ≈ 230 mm y BMEP ≈ 17	208 ÷ 215	0,53 ÷ 0,6
Generador diésel con D ≈ 130 mm y BMEP ≈ 22	203 ÷ 208	0,53 ÷ 0,57
Motor de barco con BMEP ≈ 23	200 ÷ 210	0,58 ÷ 0,63

- En la primera aproximación, para el régimen de potencia máxima, ajustamos el tiempo de inyección de combustible entre 6 y 8 grados BTDC. (*Before Turbo Diesel Combustión*).
- Establecemos las condiciones del aire ambiente (temperatura del aire estándar para motores de aviación: T<sub>0</sub> = 288 K, para otros tipos de motores: 293 K o 298 K).
- Ajustamos las pérdidas de presión de entrada y la presión diferencial en el escape para el régimen de potencia máxima del motor. Las pérdidas máximas en el escape generalmente ocurren a plena potencia del motor y sobre 0,04 bar. Las pérdidas en la ingesta equivalen a 0,02 bar. Estas cantidades para otros regímenes se determinarán posteriormente.
- Establecemos en la primera aproximación el valor de presión antes de la turbina como igual o ligeramente menor que la presión después del compresor. La precisión del valor elegido solo afecta el tiempo de conteo. La presión antes de la turbina será determinada por el programa en un cálculo iterativo si se da el régimen de equilibrio de potencia de la turbina y el compresor. Este régimen se da por defecto.
- Ajustamos la eficiencia del turbocompresor  $\eta_{TC}$  para el régimen de potencia total basado en el valor de la Tabla 1. La eficiencia del compresor se puede calcular como:

$$\eta_c = \sqrt{\eta_{TC}} \quad (2)$$

La eficiencia para otros regímenes se especificará más adelante. No olvidar escribir en la línea de comentarios un rasgo característico de cada régimen de motor, esto ayudará en el futuro. En la Figura 1 se muestra una tabla de ejemplo de modos de funcionamiento. El software tiene una lógica interna y las ventanas y aparecen espacios de entrada necesarios solo si los datos relevantes son necesarios para el cálculo de un tipo de motor seleccionado.

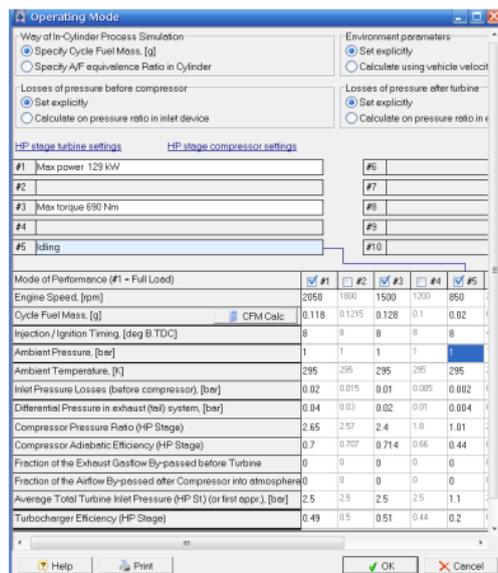


Figura 1. Tabla ejemplo de modos de funcionamiento- operación.

## 2.4 Configuración de la boquilla y la forma de la cámara de combustión.

El estudiante procederá a hacer clic en el comando  y abrir la ventana Sistema de inyección de combustible-Cámara de combustión (*Fuel Injection System-Combustion Chamber*). En la ventana Diseño del tazón del pistón (*Piston Bowl Design*), comprobamos los ajustes de la configuración de la cámara de combustión e introducimos la configuración real de la cavidad del pistón para el motor investigado, si está disponible. Si no tenemos datos de configuración de la cavidad del pistón, comprobamos la precisión del diseño del pistón preseleccionado por el *asistente de creación de nuevos proyectos*. La forma óptima de la cámara de combustión depende del diámetro del cilindro y del grado de forzamiento del motor. A medida que aumentan el diámetro del cilindro y la presión media efectiva, BMEP (*Break Mean Effective Pressure*), la cavidad del pistón se vuelve más superficial y abierta. Véase Figura 2.

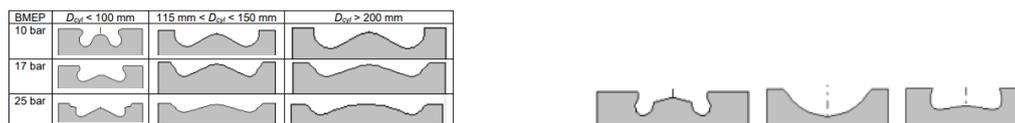


Figura 2 y 3. (2) El cambio de cavidad del pistón según diámetros de cilindro y BMEP. (3) Configuraciones alternativas de cámara de combustión para motores diésel atmosféricos con un diámetro de cilindro de hasta 120 mm y una presión de inyección de combustible de hasta 800 bar.

En los motores con bajo nivel de BMEP, el diámetro del cilindro de menos de 120 mm y las presiones de inyección de hasta 800 bar pueden tener cavidades profundas del pistón y configuraciones alternativas de cámara de combustión, como se muestra en la Figura 3. En la ventana Diseño del inyector (*Injector Design*), ajustar el diámetro de la boquilla y el número de orificios de la boquilla y su orientación en la cámara de combustión. En los modernos motores diésel de alta velocidad con un diámetro de cilindro inferior a 150 mm y una presión de inyección de 1000 bar o superior, el diámetro del orificio de la boquilla puede reducirse en  $0,1 \div 0,15$  mm y el número de orificios de la boquilla puede aumentar a 6 o 7. La mejor y óptima orientación del orificio de la boquilla es la que garantiza la longitud máxima del desarrollo del chorro antes de que este incida contra la pared cambiando el ángulo de pulverización  $\alpha$ .

## 2.5 Características de la inyección. Exactitud.

Procederá a clicar el comando  y abrir la ventana Sistema de inyección de combustible-Cámara de combustión. Seleccionar la pestaña Perfil de Inyección (*Injection Profile*) y para el Modo1 establecemos la misma masa de combustible cíclico que la de la ventana Modo de funcionamiento (*Operating Mode*). Si los datos sobre las características de la inyección están disponibles, los configuramos en el gráfico mostrado. Si los datos no están disponibles, simplemente dejamos la característica de inyección como predeterminada o especificuella como se

recomienda para diferentes sistemas de inyección de combustible que se muestran en la Figura 4. Ajustamos la duración de la inyección de combustible de tal manera que la presión máxima de inyección  $p_{inj}$  corresponda al sistema de suministro de combustible de un motor dado, como se muestra en la tabla de la Figura 4.

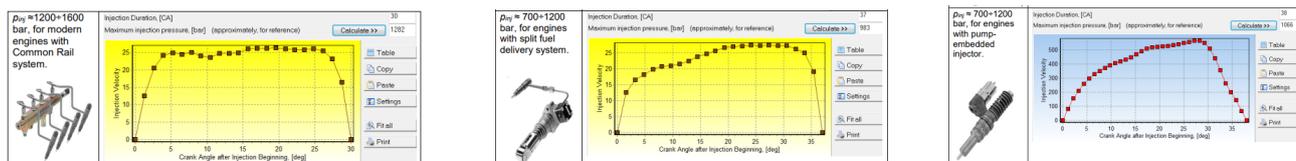
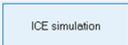


Figura 4. Características de inyección de combustible para diferentes sistemas de suministro de combustible.

En dicha Figura 4, la escala de velocidad de inyección en el eje Y es condicional. Nuestro motor ejemplo tiene un sistema de suministro de combustible “**common rail**”, por lo tanto, para este motor para las características de inyección de combustible debemos seleccionar la primera opción en la figura. La presión de inyección se ajusta a 1550 bar.

## 2.6 Cálculo del modo de potencia máxima.

Se procederá a hacer clic en el comando  que inicia el cálculo y posteriormente el comando , *ICE Simulación*, (solo se debe activar el modo para obtener la máxima potencia). Para verificar la exactitud de los datos de entrada, realizamos el primer cálculo para un modo de "Potencia máxima, (*Maximum power*)", se obtienen los siguientes resultados: (1) La tabla de parámetros integrales, (2) Gráficos 1D de varios parámetros frente al tiempo (grado de ángulo del cigüeñal) y (3) Visualización de la pulverización en la cámara de combustión. Para investigar los modos de funcionamiento individuales, también se pueden utilizar las opciones de optimización y escaneo 1D y 2D. En el caso de calcular las características del motor (si dos o más modos están marcados con una marca en la tabla de la Figura 1, los resultados de salida del motor se representan gráficamente frente a las RPM. La optimización y el escaneo para varios modos simultáneamente no es posible. Por lo tanto, al principio, el análisis se realizará para cada modo individual y luego se pueden determinar todas las características de rendimiento del motor.

## 2.7 Análisis de los parámetros del modo de potencia máxima.

Se utilizarán los siguientes comandos  para ver los parámetros integrales del motor y para ver los resultados en formato gráfico 1D: la velocidad de liberación de calor, los parámetros de intercambio de gases, los resultados del escaneo, las características del motor, etc. Los resultados del cálculo se pueden ver e imprimir en la sección Resultados. Al calcular las características del motor, no se muestra la tabla de indicadores integrales. La tabla solo se utiliza para mostrar los parámetros del motor en un modo individual. Para trazar y ver las características del motor, utilice el comando de vista 1D o la opción “Resultados => Rendimiento del motor”. Para construir las funciones enumeradas en el panel izquierdo, seleccionamos el parámetro y lo arrastramos con el comando izquierdo del ratón en uno de los paneles del lado derecho de la pantalla.

- Comprobar el valor del factor de exceso de aire  $\alpha$  obtenido en el cálculo de la potencia total. Para el gasóleo de transporte debe estar dentro de  $\alpha = 1,75 \div 2,05$  y para el generador diésel  $\alpha = 2 \div 2,2$ .

Si no se disponemos de datos actuales y  $\alpha$  excede los límites especificados, corrijamos la presión de sobrealimentación. La eficiencia volumétrica  $\eta_v$  debe estar en el rango de  $0,93 \div 0,98$ .

- Comprobar el cálculo de la duración de la combustión  $\varphi_z$ . El valor debe estar dentro de  $70 \div 90$  grados. El tiempo de combustión se puede ajustar mediante el valor "y" en la ventana "Configuración del modelo RK, (*RK-model settings*)". Si es difícil elegir los coeficientes empíricos, deje la configuración predeterminada dada en el Asistente de creación de nuevos proyectos.

## 2.8 Optimización del tiempo de inyección a la máxima potencia.

Seleccionar Escaneo 1D: *Optimization => Scanning => Radio button 1D scanning*. Posteriormente seleccionar un argumento para escanear: *Theta\_i (Injection Timing)*. Haga clic en el comando [ $\gg$ ] y en la ventana que aparece, inserte: (1) Valor mín *Theta\_i*: 4 grados BTDC, (2) Valor máx. *Theta\_i*: 12 grados BTDC, (3) Número de puntos de cálculo: 5. Aceptar, cerrar la ventana y realizar el escaneo. Como resultado, trace la  $P_{eng}$  de potencia efectiva [kW] frente a la sincronización de inyección  $\Theta_{i}$  y también la presión máxima del cilindro  $p_{max}$  [bar], la tasa máxima de aumento

de presión  $dp / d\theta$  [bar / grado] y el consumo específico de combustible SFC [kg / kWh] frente a la  $\theta_i$  de sincronización de inyección, como se muestra en la Figura 5.

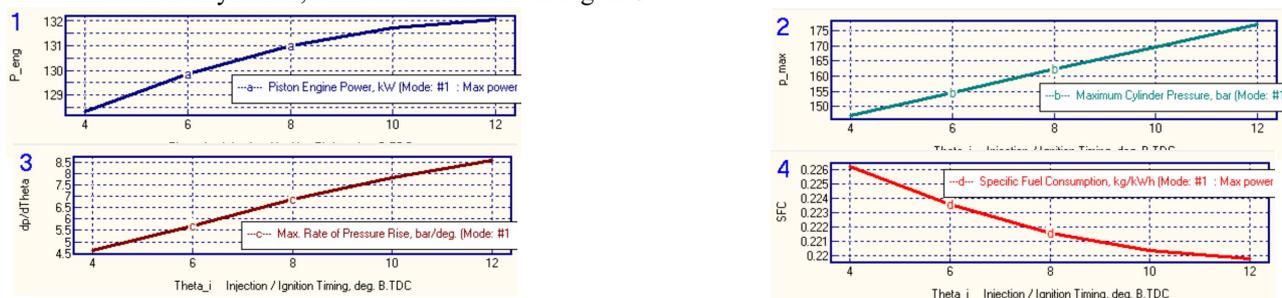


Figura 5. Dependencia de la potencia efectiva  $P_{eng}$ , la presión máxima del cilindro  $p_{max}$  [bar], la tasa de aumento de presión  $dp/d\theta$ , y el consumo específico de combustible SFC [kg/kWh] en la inyección de combustible  $\theta_i$  en modo de máxima potencia. Características de inyección de combustible para diferentes sistemas de suministro de combustible.

El estudiante elegirá el ángulo de sincronización de inyección óptimo guiado por las siguientes consideraciones: (1) La presión máxima de ciclo para un motor de transporte con BMEP  $\approx 16$  no debe exceder los 170 bar:  $p_{max} < 170 \text{ bar}$ , (2) El consumo de combustible debe ser mínimo  $SFC = \rightarrow \text{MIN}$ , (3) La velocidad de aumento de presión no debe exceder el límite:  $dp/d\theta < 6.0 \div 6.5 \text{ bar/deg}$ .

Para satisfacer estas condiciones debe seleccionar 7 grados BTDC. El ángulo óptimo de sincronización de inyección en el modo de potencia máxima es  $\theta_i = 7$  grados BTDC.

Corregir este resultado como óptimo e inserte  $\theta_i = 7$  grados BTDC, como condición inicial, en la tabla Modo de funcionamiento de la Figura 1. La potencia en dicho momento de inyección puede exceder el valor requerido de 134 kW. En tal caso, para reducir la potencia, ajuste el suministro de combustible cíclico para que la potencia calculada corresponda al valor requerido. Para calcular el suministro de combustible cíclico por cilindro, se utiliza la siguiente ecuación<sup>7-8-9</sup>:

$$m_f = \frac{SFC \cdot Power}{RPM \cdot i_{ciclo} \cdot Z}; m_f = \frac{215,29 \left( \frac{g}{kW \cdot h} \right) \cdot 134(kW)}{60 \left( \frac{min}{h} \right) \cdot 2060 \left( \frac{1}{min} \right) \cdot \frac{1}{2} \cdot 4}; m_f = 0.1167(g) \quad (4) \quad (3) \quad (3)$$

Insertar este valor  $m_f = 0,1167$  (g) en la tabla Modo de funcionamiento que se muestra en la Figura 1.

## 2.9 Cálculo del par máximo.

Ajustar la masa de combustible del ciclo [g] en modo de funcionamiento  (Figura 1) para el régimen de "Par Máximo (Maximum Torque)" utilizando la proporción<sup>10</sup>:

$$m_{f.Tmax} = m_{f.Pmax} \cdot \frac{T_{max}}{T_{P.max}} \cdot 0,97; m_{f.Tmax} = 0.1167 \cdot \frac{687}{600} \cdot 0,97; m_{f.Tmax} = 0.1296(g) \quad (4)$$

dónde: **0.97** es el coeficiente que tiene en cuenta la relación entre el consumo efectivo específico de combustible en el modo de par máximo y en el modo de potencia máxima, **Tmax** es el parámetro que designa el modo de par máximo, **Pmax**, parámetro que designa el modo de potencia máxima y **T**, es el par.

Los motores modernos suelen utilizar un impulso controlado. La relación de presión de compresión  $PRC_{Tmax}$  en régimen de par máximo se puede calcular como:

$$PRC_{Tmax} = 0.905 \cdot PRC_{Pmax} \quad (5)$$

donde: **PRC<sub>Tmax</sub>**, es la relación de presión de compresión en régimen de par máximo, **PRC<sub>Pmax</sub>**, relación de presión de compresión en régimen de potencia máxima y **0.905**, coeficiente empírico, cambia según método de control de impulso.

La eficiencia del turbocompresor en régimen de par máximo supera la del régimen de potencia máxima entre un 1 ÷ 2%. La pérdida de presión en el escape y la admisión en régimen de par máximo es la mitad de la de la potencia máxima. La presión inicial antes de la turbina se puede ajustar como  $0.9 PRC_{Tmax}$ . Establezca estos valores en la tabla Modo de funcionamiento de la Figura 1. Establezca las características de inyección para el régimen de par máximo por analogía con el Paso 5, ver arriba. Se puede suponer que la presión máxima de inyección en este régimen es la misma que en el

régimen de potencia máxima si el motor tiene instalado un sistema de combustible common rail; De lo contrario, la presión máxima de inyección en el régimen no nominal puede estimarse mediante la ecuación:

$$P_{inj} = P_{inj.pmax} \left( \frac{RPM}{RPM_{pmax}} \right)^{1.244} \quad (6)$$

donde:  $P_{inj}$ , es a presión máxima de inyección en régimen no nominal y  $P_{inj.pmax}$ , es la presión máxima de inyección en régimen de máxima potencia.

### 2.10 Optimización de la sincronización de inyección de combustible al par máximo

Seleccionar Escaneo 1D: *Optimisation => Scanning => Radio button 1D scanning*. Posteriormente seleccionar un argumento para escanear: *Theta\_i (Injection Timing)*. Haga clic en el comando [ $\gg$ ] y en la ventana aparece, inserte: (1) Valor mínimo  $\Theta_i$ : 4 grados antes del BTDC, (2) Valor máx.  $\Theta_i$ : 12 grados antes del BTDC, (3) Número de puntos de cálculo: 5.

El estudiante procederá a cerrar la ventana haciendo clic en el comando aceptar y realizar el escaneo.

Como resultado, trace el  $\Theta_i$  de consumo de combustible específico SFC [kg/kWh] frente a la sincronización de inyección, y también la presión máxima del cilindro  $p_{max}$  [bar] y el par máximo [Nm] frente a la  $\Theta_i$  de sincronización de inyección, como se muestra en la Figura 6. Eligir momento óptimo de inyección de combustible en función de las siguientes consideraciones: (1) La presión máxima del ciclo para un motor de transporte con BMEP  $\approx$  16 no debe exceder los 170 bar:  $p_{max}$  MIN y (2) El consumo de combustible debe ser mínimo SFC = > MIN.

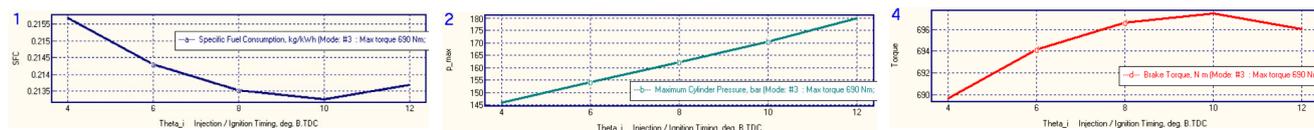


Figura 6. Dependencia del consumo específico de combustible SFC [kg/kWh], la presión máxima del cilindro  $p_{max}$  [bar] y el par en la sincronización de inyección de combustible  $\Theta_i$  en régimen de par máximo.

El análisis de los datos de la Figura 6 muestra<sup>8</sup> que el ángulo óptimo de sincronización de inyección con el par máximo es  $\Theta_i = 8$  grados BTDC. (Aunque para  $\Theta_i = 10$  grados BTDC el consumo de combustible es menor, pero la presión máxima del cilindro es casi 10 bar más alta. Para el factor de diseño del motor de seguridad y confiabilidad, se elige  $\Theta_i = 8$  grados BTDC. Corregir este resultado como óptimo, es decir,  $\Theta_i = 8$  grados BTDC, e introdúzcalos en la tabla Modo de funcionamiento en la Figura 1.

En este ejemplo, el par en el punto óptimo es de 697 Nm. Para llevar el par al nivel requerido de 687 Nm, la masa de combustible del ciclo  $m_f$  debe reducirse a:

$$m_{f.Tmax} = 0.1296 \cdot \frac{687}{697}; \quad m_{f.Tmax} = 0.1277(g) \quad (7)$$

## 3. RESULTADOS

La combinación del Software Diésel-RK, junto con los conocimientos adquiridos en clase por el alumno es una opción real para la supervisión, control y adquisición de datos en la motorización real. La simplicidad del software y su libre disposición hace que pueda ser utilizada como herramienta de aprendizaje para el alumnado del Grado de Mecánica en la asignatura de tercer curso, “*Diseño de Equipos y Sistemas Térmicos*”. Además, ayudará a consolidar a las/os estudiantes los contenidos de las materias relacionadas con la tecnología y la motorización, mejorando sus competencias y aprendizaje. Como resultado del desarrollo de este proyecto-tutorial se espera fomentar:

- La capacidad de resolución de problemas de forma autónoma, mediante el razonamiento crítico, la creatividad, así como la capacidad de comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el ámbito tecnológico y en las áreas de conocimiento de Máquinas y Motores Térmicos, así Tecnología del Medio Ambiente.
- Competencias y capacidades del equipo docente en el diseño de estrategias de aprendizaje activo apoyándose en los laboratorios y en el equipo tecnológico disponible, utilizando las TIC, en titulaciones grados y másteres ingeniería.
- La competencia del diseño, desarrollo, análisis y mejora de máquinas y motores de combustión. Fomentando también la capacidad de tomar decisiones según los resultados obtenidos preparando a las/-os estudiantes para el ámbito laboral.

## 4. CONCLUSIONES

El desarrollo de este proyecto y el uso del Software Diésel-RK puede permitir el desarrollo de nuevos proyectos de investigación, así como ayudar a los estudiantes de ingeniería en su aprendizaje. Por lo que, a través de este sistema, es posible introducir a los estudiantes de ingeniería el funcionamiento de esta tecnología utilizada normalmente como una herramienta muy potente, en diferentes campos, como el control de las emisiones de carbono y su disminución en las máquinas y motores térmicos y en consecuencia para la mitigación del cambio climático. La implementación de este tipo de enseñanza hace que se promueva entre el alumnado pensamiento crítico, computacional, y científico. Además, aporta valor a los futuros ingenieros al enfrentarlos a buscar soluciones a problemas reales que pueden encontrarse en su carrera profesional, fomentando la capacidad reaccionar y buscar alternativas ante resultados inesperados. Se promueve el trabajo en equipo, al trabajar en grupos heterogéneos y multidisciplinares donde cada alumna/o aportará sus conocimientos, habilidades y recursos propios. Por otro lado, gracias a su fácil implementación favorece la cooperación entre diferentes entidades, como otras universidades, grupos de investigación o empresas privadas.

**Financiación:** Este proyecto es financiado en parte por los fondos europeos Next Generation EU (NGEU) bajo el “Real Decreto 641/2021, de 27 de julio, por el que se regula la concesión directa de subvenciones a universidades públicas españolas para la modernización y digitalización del sistema universitario español en el marco del plan de recuperación, transformación y resiliencia (UNIDIGITAL) - Proyectos de Innovación Educativa para la Formación Interdisciplinar (PIEFI) - Línea 3. Contenidos y programas de formación” en el seno del Proyecto de Innovación Educativa “Laboratorios como entornos de trabajo para el aprendizaje activo y colaborativo mediante el diseño, desarrollo, construcción, utilización y el rediseño de equipos y dispositivos para su aplicación en las prácticas” (PIE 2022-60)”.

## REFERENCIAS

- [1] Kuleshov, A., Mahkamov, K., Kozlov, A., Fadeev, Y., “Simulation of dual-fuel diesel combustion with multi-zone fuel spray combustion model”. ASME 2014 Internal Combustion Engine Division Fall Technical Conference ICEF2014- 5700, October 19-22, 2014, Columbus, IN, USA, 14 p.
- [2] Grekhov, L., Mahkamov, K., Kuleshov, A., “Optimization of Mixture Formation and Combustion in Two-stroke OP Engine Using Innovative Diesel Spray Combustion Model and Fuel System Simulation Software”. JSAE Paper No: 20159328 SAE Paper No 2015-01-1859. – 2015, 17 p.
- [3] Kuleshov, A., “Model for predicting air-fuel mixing, combustion and emissions in DI Diesel engines over whole operating range”. SAE Tech. Pap. Ser. – 2005. – N 2005-01-2119. – P. 1-16.
- [4] Kuleshov, A. “Use of Multi-Zone DI Diesel Spray Combustion Model for Simulation and Optimization of Performance and Emissions of Engines with Multiple Injection”. SAE Tech. Pap. Ser. – 2006. – N 2006-01-1385. – P. 1-17.
- [5] Kuleshov A.S. Multi-Zone DI Diesel Spray Combustion Model and its application for Matching the Injector Design with Piston Bowl Shape // SAE Tech. Pap. Ser. – 2007. – N 2007-01-1908. – P. 1-17. doi:10.4271/2007-01-1908
- [6] Kuleshov, A., “Multi-Zone DI Diesel Spray Combustion Model for Thermodynamic Simulation of Engine with PCCI and High EGR Level”. SAE Tech. Pap. Ser. – 2009. – N 2009-01-1956. – P. 1-21.
- [7] Kuleshov, A., Mahkamov, K., “Multi-zone diesel fuel spray combustion model for the simulation of a diesel engine running on biofuel”. Proc. Mechanical Engineers. – 2008. –Vol. 222, Part A, Journal of Power and Energy. – P. 309-321
- [8] Kuleshov, A., Grekhov, L. Multidimensional Optimization of DI Diesel. Engine Process Using Multi-Zone Fuel Spray Combustion Model and Detailed. Chemistry NOx Formation Model // SAE Paper No 2013-01-0882. – 2013, 20 p.
- [9] Grekhov, L., Mahkamov, K., Kuleshov, A. Optimization of Mixture Formation and Combustion in Two-stroke OP Engine Using Innovative Diesel Spray Combustion Model and Fuel System Simulation Software // JSAE Paper No: 20159328 SAE Paper No 2015-01-1859. – 2015, 17 p.
- [10] Kuleshov, A., Kozlov, A., and Mahkamov, K., "Self-Ignition Delay Prediction in PCCI Direct Injection Diesel Engines Using Multi-Zone Spray Combustion Model and Detailed Chemistry," SAE Technical Paper 2010-01- 1960, 2010, doi:10.4271/2010-01-1960.

# Propuesta de diplomado en Fundamentos de ingeniería ferroviaria: la vía

A. Berbey-Alvarez<sup>\*a</sup>,

<sup>a</sup>Universidad Tecnológica de Panamá, Facultad de Ingeniería Mecánica, Campus Dr. Víctor Levi Sasso, Apdo. 0819-07289, Panamá, República de Panamá.

## ABSTRACT

El presente artículo presenta una propuesta para el desarrollo de un diplomado en la temática de ingeniería y transporte ferroviario, enfocado en la vía férrea como elemento clave para el desarrollo del transporte ferroviario. Se realizó una revisión documental de los diplomados de la Universidad Tecnológica de Panamá y se revisó la metodología institucional vigente para la diseño, desarrollo y ejecución de los diplomados institucionales basada en la reglamentación vigente. Los contenidos del diplomado han sido escogidos en función del desarrollo y próxima publicación de un libro de textos universitario de la coordinación académica del diplomado. Los resultados presentan el desarrollo de la propuesta de diplomado en cada uno de los apartados requeridos. Finalmente se presenta las conclusiones y líneas de investigación futuras.

**Keywords:** diplomado, ingeniería ferroviaria, vía férrea, transporte ferroviario

## 1. INTRODUCCION

La Ciudad de Panamá cuenta con una red de metro con 2 líneas operativas[1][2] y una tercera línea ferroviaria con tecnología tipo monorriel (en construcción)[3]. También el ferrocarril interoceánico entre las ciudades de Panamá y Colon opera desde 1855 a la fecha [4]. Todas estas obras de ingeniería requieren de personal con las competencias necesarias para las actividades de análisis de diseño, mantenimiento, operación, inspección y gestión. Las proyecciones del plan de la Red maestra del Metro de Panamá contemplan un total de 9 líneas de metro para la Ciudad de Panamá[5]. Todas estas obras de ingeniería general tanto empleos directos, a través de los propios consorcios ganadores de las licitaciones, como todos aquellos empleos indirectos a través de empresas de servicios de ingeniería. Es importante indicar que el período de construcción de una obra de ingeniería empieza y eventualmente acaba, pero la vida de una obra de ingeniería es mucho mayor se extiende a todas aquellas actividades de operación, mantenimiento preventivo y correctivo, inspección, reparación, evaluación, auditoría etc. Todas estas actividades de ingeniería son de carácter permanente, cíclico y a posteriori[6].

De acuerdo con la Universidad Tecnológica de Panamá [7], el diplomado es «una modalidad de estudios que tiene la finalidad de actualizar y profundizar los conocimientos, incorporarse a nuevos campos del saber científico y tecnológico; desarrollar y mejorar las habilidades, capacidades y destrezas de profesionales, investigadores, profesores, técnicos e integrantes de la sociedad». El objetivo de esta propuesta de desarrollo de un diplomado titulado Fundamentos de Ingeniería Ferroviaria: la vía «es incorporar al currículo universitario los conceptos, conocimientos, fundamentos y competencias necesarios para realizar labores académicas, profesionales y directivas dentro del sector de la ingeniería y el transporte ferroviario»[6]. La Universidad Tecnológica de Panamá cuenta con una vasta experiencia en el diseño, desarrollo y ejecución de programas de diplomados en diversas áreas del conocimiento (Ver tabla 1).

aranzazu.berbey@utp.ac.pa; phone 00507 67698854; www.utp.ac.pa

Tabla 1. Listado general de diplomados de la UTP[8].

Título	Unidad Gestora
Diplomado en mercado eléctrico	Facultad de Ingeniería Eléctrica (FIE)
Diplomado en Ciencias de los Datos empresariales	Facultad de Ingeniería de sistemas computacionales (FISC)
Diplomado en inocuidad alimentaria	Facultad de ciencias y tecnologías (FCyT)
Diplomado en logística y gestión de aprovisionamiento	Facultad de Ingeniería industrial (FII)
Diplomado en redes sociales y community manager	Centro de investigación, desarrollo e innovación en tecnologías de la información y comunicación (CIDITIC)
Diplomado internacional en diseño e instalación de calentadores solares de agua	Centro de investigación e innovación eléctrica, mecánica y de la industria (CINEMI)

## 2. Metodología

La metodología para el desarrollo de esta propuesta corresponde a la plantilla de diplomados de la Facultad de ingeniería Mecánica[6] basada en el Reglamento de diplomados, cuyo objetivo es «normar el planeamiento curricular, organización, aprobación, ejecución y evaluación de los cursos de Diplomados que se ofrezcan en la Universidad Tecnológica de Panamá»[7]. De acuerdo con el artículo 13 del Reglamento de diplomados «para evaluar la propuesta de un Programa de Diplomado, presentado por la Unidad Gestora, debe adjuntarse la siguiente información:

- a) Nombre de la Unidad Gestora que ofrece el Diplomado;
- b) Denominación del Diplomado;
- c) Objetivo General;
- ch) Objetivos Específicos;
- d) Relación de actividades para el cumplimiento de los objetivos;
- e) Contenido;
- f) Utilidad y oportunidad del Diplomado en función de los programas académicos aprobados por la Universidad Tecnológica de Panamá;
- g) Curriculum Vitae del facilitador o profesional que impartirá la(s) unidad(es) didáctica(s);
- h) Recursos humanos, materiales y financieros para la ejecución adecuada del programa;
- i) Modalidad de operación del programa (presencial, semi-presencial, distancia, virtual);
- j) Bibliografía básica y complementaria;
- k) Lugar en el cual se impartirán;
- l) Calendario de operación;
- ll) Cupos mínimo y máximo que garanticen viabilidad financiera y la calidad académica;
- m) Presupuesto de ingresos y egresos;
- n) Determinación, en su caso, de los criterios de selección de los participantes;
- ñ) Nombre del Coordinador del Diplomado; y
- o) Aquellos otros elementos que se consideren necesarios para su gestión»[7].

## 3. Resultados y discusión

Esta propuesta de diplomado titulado Fundamentos de Ingeniería Ferroviaria: la vía ha sido diseñada para ingenieros, licenciados en tecnologías, técnicos superiores y otras disciplinas afines. El objetivo ha sido incorporar al currículo universitario los conceptos, conocimientos, fundamentos y competencias necesarios para realizar labores académicas, profesionales y directivas dentro del sector de la ingeniería y el transporte ferroviario.

### 3.1 Objetivo General

Promover y reforzar el desarrollo de las capacidades de formación del recurso humano panameño y regional en ingeniería ferroviaria como una alternativa viable para satisfacer las necesidades de los nuevos sistemas de transporte

ferroviarios en las ciudades latinoamericanas y los cambios en las respectivas matrices de transporte de Panamá y los países de Latinoamérica.

### 3.2 Objetivos Específicos

Capacitar a profesionales especializados y/o ingenieros, técnicos superiores, licenciados en tecnologías, capacitándolos en aspectos relacionados con los Fundamentos de la Ingeniería ferroviaria con énfasis en la vía férrea.

### 3.3 Relación de actividades para el cumplimiento de los objetivos

El Diplomado se impartirá en la modalidad 100 % virtual utilizando la plataforma institucional campus o en su defecto la plataforma e-campus virtual. Ambas basadas en Moodle[9][10][11]. Entre las actividades desarrolladas en esta modalidad se encuentran:

- Clases magistrales en Microsoft teams. Se contempla el uso de video conferencia como herramienta virtual, utilizando la plataforma institucional Microsoft teams.
- Presentación y desarrollo de ejemplos prácticos en la plataforma institucional campus virtual o e-campus.
- Desarrollo de asignaciones grupales en la plataforma institucional campus virtual o e-campus para fomentar el trabajo colaborativo entre los estudiantes, ya que este corresponde «a los procesos intencionales de un grupo para alcanzar objetivos específicos, más las herramientas diseñadas para dar soporte y facilitar el trabajo»[12].
- Compartir experiencias profesionales mediante la herramienta de Foros o debates virtuales plataforma institucional campus virtual o e-campus. El foro es «el espacio virtual donde la comunicación entre los actores se da con respuesta diferida. Permite intercambios, diálogo y debates en torno a problemas, casos y situaciones, enfoques y teorías, análisis de fuentes y documentos, además de proponer instancias de aprendizajes colaborativos»[12].

### 3.4 Sección académica

El contenido del diplomado está basado en los capítulos del libro de texto universitario:

Libro de texto básico: Fundamentos de Ingeniería Ferroviaria: la vía (en diagramación y por imprimir)

Aranzazu Berbey-Alvarez y Francisco Calvo-Poyo. Editorial Tecnológica. Universidad Tecnológica de Panamá

Adicionalmente se utilizarán los recursos didácticos alojados en el repositorio institucional Ridda-utp2, el cual es «la integración de varias Plataformas Tecnológicas que permiten el acceso abierto a documentos digitales de la Universidad Tecnológica de Panamá. Este repositorio integra los contenidos del Portal de Revistas Científicas UTP a través de diferentes comunidades, Repositorio de investigación, Repositorio Administrativo, Repositorio Académico, Repositorio Multimedia, Repositorio de Tesis, además se incluirán publicaciones de congresos Nacionales de la UTP los cuales se integrarán a la Plataforma de Perfiles de Investigadores SicUTP»[13].

### 3.5 Programación Académica

A continuación se presenta la descripción general de los contenidos modulares del diplomado y el número de horas correspondientes a cada uno de ellos. El diplomado tendrá un total de 110 horas por lo que es un diplomado de extensión.

Tabla N° 1. Descripción en horas de los módulos

Módulos	Contenido	Horas
1	Capítulo 1: Las generalidades del transporte ferroviario.	20
2	Capítulo 2: El trazado de la vía férrea.	25
3	Capítulo 3. La vía férrea.	25
4	Capítulo 4. El carril.	25
5	Capítulo 5. Los durmientes y las sujeciones.	15
<b>Total, de horas Diplomado Extensión &gt;100</b>		<b>110 horas</b>

### 3.6 Requisitos de admisión.

Título de licenciatura en ingeniería o carreras afines.

### 3.7 Metodología de la evaluación.

La metodología general consiste en la resolución de problemas, tareas dirigidas, demostraciones, trabajos en grupo, talleres interactivos en clases. La metodología para desarrollar durante el curso será bajo la modalidad virtual, en donde los estudiantes tendrán una responsabilidad, actitud proactiva y participativa, en lo siguiente: comprensión lectora, debates y foros virtuales, tareas y talleres, asistencia a dos (2) webinaros y el desarrollo del proyecto final (ver tabla 2). Todos estos aspectos estarán contemplados en el desarrollo de la guía didáctica del diplomado. La guía didáctica es «*el material impreso, sonoro o audiovisual que actúa como elemento integrador, al brindar a los participantes y al facilitador orientaciones sobre aspectos metodológicos, didácticos, evaluativos de la tutoría presencial y no presencial, con una dosificación del tiempo y del aprendizaje auto-dirigido*»[12].

La evaluación sugerida que se aplicará durante el curso se realizará en función a lo siguiente:

Tabla 2. Actividades, criterios y porcentajes de evaluación

<b>Criterios de Evaluación</b>	<b>Porcentaje</b>
Tareas y Talleres (Trabajos, prácticas Grupales)	40 %
Asistencia a Webinaros indicados por la docente (1 o 2)	10%
Debate y Foros Virtuales	15%
Proyecto final en grupo (1)	35%
<b>Total</b>	<b>100%</b>

### 3.8 Utilidad y oportunidad del diplomado en función de los programas académicos aprobados por la Universidad Tecnológica de Panamá.

En la actualidad, existe un reducido grupo de profesionales con formación tecnológica en los aspectos de diseño, trazado ferroviario, planificación de tráfico ferroviario, mecánica de la vía, control automático operativo de tráfico ferroviario, mantenimiento, gerencia, financiación e implementación de este tipo de sistemas de transporte masivos de alta frecuencia de servicio, por lo cual se requiere la ejecución de acciones de formación tecnológica especializadas en el campo de la ingeniería de transporte ferroviaria para estas nuevas tecnologías de punta[6].

Adicionalmente, según el propio Banco Interamericano de Desarrollo (BID), indicó que “*la capacitación es una prioridad, en este sentido dicho organismo aporta la siguiente premisa “A pesar de algunos intentos valiosos, la formación de nuevas generaciones de recursos humanos es aún insuficiente. Esta formación presenta según el BID (NOTA TÉCNICA No. IDB-TN-303), dos grandes frentes: en el ámbito de la gestión pública, implica la formación de profesionales especializados en el desarrollo de estrategias, políticas, planificación y regulaciones asociados con el transporte ferroviario, en el ámbito de las empresas ferroviarias, se requiere formación la formación de profesionales y técnicos de nivel medio y superior.”*”[14]

Estas acciones de capacitación específica a través de la modalidad de diplomado en Fundamentos de Ingeniería Ferroviaria: la vía propone crear un diplomado general intensivo especializado, que permita la formación integral de recurso humano panameño en el área de líneas de metro, ferrocarriles y tranvías[6].

Se espera capacitar a profesionales tanto del ámbito privado como del sector público con perfiles de formación básica afines a las tecnologías e ingenierías tales como electromecánica, mecánica, civil, electricidad, electrónica, telecomunicaciones, mecánica industrial, ingenieros de transporte y afines para llevarlos en un tiempo relativamente corto a los niveles de capacidad y competencias que va a requerir el campo ocupacional en el área de ingenierías para la operación, control y mantenimiento de los futuros sistemas de las redes de metros, ferrocarriles, tranvía en latinoamericana[6].

En la actualidad existen, proyectos como la red de metro de Panamá, y la red de metro de Lima (Perú), y otros metros de la región como: Medellín, Buenos Aires, Santiago de Chile, México DF, Monterrey (México), Caracas (Venezuela), Valencia (Venezuela), San Juan (Puerto Rico), Sao Paulo (Brasil)[6][15][16][17][18].

El impacto en la base científica-tecnológica de nuestros Estados latinoamericanos es de gran importancia específicamente en las áreas de planificación, asistencia técnica y gestión del transporte ferroviario al permitir la implementación de conocimientos de ingeniería ferroviaria, criterios de diseño ferroviarios, metodologías de evaluación de ofertas de proyectos ferroviarios, cálculos técnicos de requerimientos y especificaciones técnicas-económicas de los términos de referencias de licitaciones, que permitan orientar a las entidades gubernamentales, empresas privadas regionales, con opiniones científicos-técnicas valederas para alcanzar la autosuficiencia científico técnica como países en estos temas[6].

### 3.9 Docentes e instructores.

El perfil de los docentes e instructores para el diplomado corresponde a:

- Profesional con título de ingeniería y afines.
- Maestría o doctorado en temas de ingeniería y transporte ferroviario.
- Experiencia académica (docencia, investigación y extensión) en materia de ingeniería y transporte ferroviario.
- Experiencia profesional en ingeniería y transporte ferroviario.
- Publicaciones científicas en materia de ingeniería y transporte ferroviario.

### 3.10 Recursos humanos, materiales y financieros para la ejecución adecuada del programa.

Los recursos utilizados por los docentes del diplomado serán la red Internet, la plataforma institucional campus virtual [19] donde estará alojado el Diplomado en la sección correspondiente a la Facultad de Ingeniería Mecánica, las bases de datos bibliográficas de la Biblioteca Central de la Universidad Tecnológica de Panamá y la plataforma abc de la SENACYT[20]. La plataforma campus virtual, aloja los cursos virtuales (100% virtuales) de pregrado y de postgrado de todas las Facultades y Centros Regionales[21].

### 3.11 Modalidad de operación del programa.

La modalidad de operación del programa será 100% virtual (50 % sincrónico y 50 % asincrónico) a través de aulas virtuales que son el resultado de la combinación de los recursos tecnológicos institucionales, tales como: plataformas Moodle[9]–[11], [19], [21] y el aulas de Microsoft teams las cuales cuentan con múltiples herramientas para el aprendizaje virtual[22]–[28].

### 3.12 Bibliografía

Libro de texto básico:

Fundamentos de Ingeniería Ferroviaria: la vía (en diagramación y por imprimir)

Aranzazu Berbey-Álvarez y Francisco Calvo-Poyo

Editorial Tecnológica.

### 3.13 Lugar en el cual se impartirán

Panamá, República de Panamá mediante las plataformas campus virtual e e-campus de la Universidad tecnológica de Panamá. En la tabla 3, se presenta el calendario general de operación propuesto.

Tabla N°3. Calendario de operación propuesto.

Tarea	SEMANA										Observaciones	
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10		
Capítulo 1: Las generalidades del transporte ferroviario.	■	■										
Capítulo 2: El trazado de la vía férrea.			■	■								
Capítulo 3. La vía férrea.					■	■						
Capítulo 4. El carril.							■	■				
Capítulo 5. Los durmientes y las sujeciones.									■			
Caso práctico										■		

### 3.14 Cupos mínimo y máximo que garanticen viabilidad financiera y la calidad académica

- Mínimo: 10 estudiantes (Caso 1)

– Máximo: 30 estudiantes (Caso 2)

### **3.15 Presupuesto de ingresos y egresos**

Este apartado se ejecutará de acuerdo a lo establecido en el capítulo VIII titulado Autogestión de los diplomados del Reglamento de diplomados[7] de la Universidad Tecnológica de Panamá, concretamente los artículos 40, 41, 42 y 43. Los pagos se harán vía Fundación Tecnológica de Panamá a la cuenta del Diplomado de la Facultad de Ingeniería Mecánica vía cheque, tarjeta de crédito, tarjeta de débito o efectivo o transferencia bancaria. Para tener derecho a participar se debe haber pagado al menos un 33 % del costo de diplomado (abono inicial). A mediados del diplomado el participante deberá haber pagado el 50 % del costo de diplomado y dos semanas antes de terminar el diplomado el participante deberá tener pagado no menos del 95% del costo del diplomado.

### **3.16 Determinación, en su caso, de los criterios de selección de los participantes**

El perfil de ingreso corresponde a Ingenieros(as) electromecánicos(as), civiles, eléctricos(as), electrónicos(as), telecomunicaciones, mecánicos(as) industriales(as), ingenieros de transporte, ingenieros de ferrocarriles, sistemas computacionales, informáticos(as) licenciados(as) en ingenierías y afines, supervisores(as), inspectores(as), técnicos(as) u otros(as) especialistas afines que quieran incursionar en esta innovadora temática de la ingeniería ferroviaria orientada a líneas de metro o aquellos que ya desarrollan sus funciones en actividades relacionadas con los sistemas ferroviarios panameños y de América Latina, ya sea la red de metro urbano, el Ferrocarril Interoceánico de Panamá. También se considerarán profesionales de disciplinas afines.

### **3.16 Nombre del coordinador del diplomado.**

En este sentido, cabe señalar que este apartado se regirá por lo dispuesto en el Capítulo II De la organización del diplomado del Reglamento de diplomados de la Universidad Tecnológica de Panamá[7]. La coordinación del diploma tendrá dos coordinadores, uno académico y otro de carácter administrativo. El coordinador académico se encargará de los temas técnico-curriculares del diplomado, docencia, expedición de certificados de aprobación, mientras que el coordinador administrativo se encargará de aspectos como matrícula, mercadeo, pagos e informes financieros entre otros temas administrativos.

En resumen, este artículo destaca los aspectos más interesantes en el ámbito de la innovación educativa, tales como:

- La importancia de la formación continua y especializada en un sector estratégico como el ferroviario, que demanda profesionales cualificados y actualizados.
- La integración de conocimientos teóricos y prácticos, mediante el uso de recursos didácticos variados y complementarios, que favorecen el aprendizaje significativo y el desarrollo de habilidades.
- La orientación al mercado laboral, mediante la vinculación con empresas e instituciones del sector, que facilitan el contacto con la realidad profesional y las oportunidades de empleo.
- La atención a la calidad educativa, mediante el seguimiento y la evaluación continua del proceso formativo, que permiten detectar fortalezas y debilidades, así como introducir mejoras.

## **4. Conclusiones**

Este artículo presenta una propuesta para el desarrollo de un diplomado titulado Fundamentos de Ingeniería Ferroviaria: la vía para ingenieros, licenciados en tecnologías, técnicos superiores y otras disciplinas afines. El objetivo de esta propuesta es incorporar al currículo universitario los conceptos, conocimientos, fundamentos y competencias necesarios para realizar labores académicas, profesionales y directivas dentro del sector de la ingeniería y el transporte ferroviario. Esta es la primera propuesta de una serie de diplomados posteriores relativos a la temática de ingeniería y transporte ferroviario que se desarrollaran en la Facultad de Ingeniería Mecánica de la Universidad Tecnológica de Panamá. El

diplomado se basa en una metodología activa y participativa, que combina clases teóricas, prácticas de laboratorio, visitas técnicas y trabajo autónomo. El objetivo es formar profesionales capaces de diseñar, construir, operar y mantener la infraestructura ferroviaria, así como de aplicar criterios de sostenibilidad, seguridad y calidad. El diplomado consta de cuatro módulos: Introducción a la Ingeniería Ferroviaria, Diseño y Construcción de la Vía, Operación y Mantenimiento de la Vía y Proyecto Final. El artículo describe los contenidos, competencias, metodologías y sistemas de evaluación de cada módulo, así como los requisitos de acceso y titulación.

## REFERENCIAS

- [1] Metro de Panamá, “Línea 1 del Metro de Panamá,” *La red*, 2023. <https://www.elmetrodepanama.com/linea-1/> (accessed Jul. 21, 2023).
- [2] Metro de Panamá, “Línea 2 del Metro de Panamá,” *Proyecto*, 2023. <https://www.elmetrodepanama.com/linea-2/> (accessed Jul. 21, 2023).
- [3] Metro de Panamá, “Línea 3 del Metro de Panamá,” *Proyecto*, 2023. <https://www.elmetrodepanama.com/linea-3/> (accessed Jul. 21, 2023).
- [4] Panama Canal Railway Company, “El nuevo ferrocarril de Panamá,” *El Proyecto*, 2023. <http://www.panarail.com/sp/historia/index.html> (accessed Jul. 21, 2023).
- [5] Metro de Panamá, “Estudio de Prefactibilidad de la Nueva Red Maestra del Sistema Metro de Panamá,” *Red maestra del Metro de Panamá*, 2023. <https://www.elmetrodepanama.com/red-maestra/> (accessed Sep. 21, 2023).
- [6] A. Berbey-Alvarez, “Diplomado Fundamentos de ingeniería ferroviaria: la vía.” Facultad de Ingeniería Mecánica. Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, República de Panamá, p. 14, 2023.
- [7] Universidad Tecnológica de Panamá, “Reglamento de diplomados.CGU-REGL.-19.” Universidad Tecnológica de Panamá, Panamá, República de Panamá, p. 8, 2012, [Online]. Available: <https://utp.ac.pa/sites/default/files/documentos/2022/pdf/utp-reglamento-de-diplomado.pdf>.
- [8] Universidad Tecnológica de Panamá, “Diplomados UTP,” *Listado de diplomados institucionales*, 2023. <https://diplomados.utp.ac.pa/> (accessed Jul. 21, 2023).
- [9] Universidad Tecnológica de Panamá, “Guías de Plataformas Moodle,” *Presentación de las Plataformas Moodle de la UTP*, 2023. <https://utp.ac.pa/guias-de-plataformas-moodle> (accessed Jul. 21, 2023).
- [10] DIGITED, “Plataformas virtuales,” *Objetivos*, 2022. [https://virtual.utp.ac.pa/VirtualCont\\_FAQs/plataformas\\_virtuales.html](https://virtual.utp.ac.pa/VirtualCont_FAQs/plataformas_virtuales.html) (accessed Jul. 21, 2023).
- [11] Universidad Tecnológica de Panamá, “Guía para el uso de las plataformas de Educación Virtual,” *Plataformas virtuales*, 2023. <https://utp.ac.pa/guia-para-el-uso-de-las-plataformas-de-educacion-virtual> (accessed Jul. 21, 2023).
- [12] Ministerio de educación, “Decreto ejecutivo 949 del 28 de octubre de 2011” Por el cual se reglamenta el funcionamiento de universidades e instituciones de educación superior a distancia y la implementación de planes y programas de estudio a distancia,” no. 26905. Gaceta Oficial Digital, Panamá, República de Panamá, pp. 1–12, 2011, [Online]. Available: [https://www.asamblea.gob.pa/APPS/LEGISPAN/PDF\\_NORMAS/2010/2011/2011\\_588\\_0662.pdf](https://www.asamblea.gob.pa/APPS/LEGISPAN/PDF_NORMAS/2010/2011/2011_588_0662.pdf).
- [13] Universidad Tecnológica de Panamá, “Repositorio Institucional de la Universidad Tecnológica de Panamá,” *UTP-Ridda2*, 2023. <https://ridda2.utp.ac.pa/> (accessed Jul. 21, 2023).
- [14] J. Kohon, *Más y mejores trenes*. Panamá, República de Panamá: Banco Interamericano de Desarrollo, 2011.
- [15] Wikipedia, “Sistemas de metro en América Latina,” *Fundacion wikipedia*, 2023. [https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Sistemas\\_de\\_metro\\_en\\_América\\_Latina](https://es.wikipedia.org/wiki/Anexo:Sistemas_de_metro_en_América_Latina) (accessed Jul. 21, 2023).
- [16] M. Metro, “Metros de América,” *Mapa metro*. <https://mapa-metro.com/es/America/> (accessed Oct. 19, 2023).
- [17] E. Varas, “¿Qué otras ciudades latinoamericanas tienen metro?,” *GK*, 2022. <https://gk.city/2022/09/14/que-otras-ciudades-latinoamericanas-tienen-metro/> (accessed Jul. 21, 2023).
- [18] Stadista, “Número de pasajeros transportados en algunos sistemas urbanos de transporte ferroviario subterráneo en América Latina en 2022,” *Transporte ferroviario*, 2022. <https://es.statista.com/estadisticas/1186910/sistemas-metro-transporte-pasajeros-america-latina/> (accessed Jul. 21, 2023).
- [19] Universidad Tecnológica de Panamá, “Plataforma ecampus,” 2023. <https://ecampus.utp.ac.pa/moodle/login/index.php> (accessed Jul. 21, 2023).
- [20] SENACYT, “ABC Acceso a bibliografía científica,” *Plataforma ABC SENACYT*, 2023. <https://abc.senacyt.gob.pa/> (accessed Aug. 02, 2023).

- [21] Universidad Tecnológica de Panamá, “Plataforma Moodle,” *Servicios*, 2023. <https://utp.ac.pa/plataforma-moodle> (accessed Jul. 21, 2023).
- [22] E. Quintero, “Creación de Bloc de Notas de Clase,” *Tutorial*, 2020. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10308> (accessed Jul. 21, 2023).
- [23] D. Saavedra, “Creación de Cuestionarios con Microsoft Forms,” *Tutorial*, 2020. <https://ridda2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/10302/crear-formularios-con-MForms.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (accessed Jul. 21, 2023).
- [24] D. Saavedra and E. Quintero, “Uso de Microsoft Whiteboard y su enlace a un curso en Moodle,” *Tutorial*, 2020. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/11453> (accessed Jul. 21, 2023).
- [25] D. Saavedra, “Manejo de Vídeos con Microsoft Stream,” *Tutorial*, 2020. <https://ridda2.utp.ac.pa/bitstream/handle/123456789/10307/Manejo-de-videos-MStream.pdf?sequence=3&isAllowed=y> (accessed Jul. 21, 2023).
- [26] D. Saavedra, “Uso de Microsoft OneDrive,” *Tutorial*, 2020. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10301> (accessed Jul. 21, 2023).
- [27] M. González and M. Díaz-Quintero, “Crear equipos en Microsoft Teams y enlazarlos en un curso con la Plataforma Moodle (versión 3.x),” *Tutorial*, 2020. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10318> (accessed Jul. 21, 2023).
- [28] M. Sánchez, A. Escobar, and D. Saavedra, “Planificación y Seguimiento de Tareas con Microsoft Planner,” *Tutorial*, 2020. <https://ridda2.utp.ac.pa/handle/123456789/10306> (accessed Jul. 21, 2023).

# Programas de Innovación Educativa para el Desarrollo de Competencias Digitales en Niños de 6 a 12 años: Una Revisión Sistemática de la Literatura

Sandra Toboso Chavero. Universidad a Distancia de Madrid

[sandratoboso@gmail.com](mailto:sandratoboso@gmail.com)

## RESUMEN

En la actualidad, la revolución digital ha transformado profundamente la vida cotidiana, y los niños no están exentos de este cambio. A medida que la tecnología avanza a pasos agigantados, el desarrollo de habilidades y competencias digitales se vuelve esencial en cualquier contexto. Estas competencias digitales abarcan la capacidad de utilizar, comprender y aplicar tecnologías digitales en diversas situaciones, lo que implica buscar y evaluar información, comunicarse de manera efectiva, crear contenido digital y emplear herramientas digitales de forma segura y responsable. La adquisición de estas habilidades desde temprana edad se convierte en un aspecto fundamental para que los niños puedan participar plenamente en la sociedad actual y estar preparados para un futuro de éxito.

En el ámbito escolar, la educación primaria se presenta como una etapa crucial para que los niños adquieran competencias digitales. Durante esta fase, los estudiantes están forjando su identidad y personalidad, y la tecnología puede influir en su percepción del mundo y en su capacidad para relacionarse con él. En este contexto, se propone un marco de competencias digitales para el aprendizaje a lo largo de la vida, identificando cinco áreas fundamentales. Estas competencias se erigen como pilares esenciales para triunfar en una sociedad cada vez más digitalizada.

Este marco adquiere una importancia singular en la sociedad actual, en la que el dominio de habilidades digitales se convierte en una necesidad generalizada tanto para individuos como para organizaciones. Por lo tanto, es imperativo que los programas educativos se ajusten a este marco de competencias digitales y se centren en la preparación del alumnado para afrontar los desafíos del mundo digital.

**Palabras clave:** competencias digitales, educación primaria, marco de competencias, habilidades digitales, programas educativos.

## 1. INTRODUCCIÓN

El siglo XXI ha sido testigo de una profunda transformación en la vida cotidiana de las personas, impulsada por el avance tecnológico y la creciente digitalización de la sociedad. En este contexto, las competencias digitales han emergido como una destreza fundamental que no conoce fronteras de edad. Estas competencias engloban la capacidad de utilizar, entender y aplicar tecnologías digitales en diversos contextos, abarcando desde la búsqueda y evaluación efectiva de información en línea hasta la comunicación a través de medios digitales, la creación de contenido digital y el uso seguro y responsable de herramientas digitales.

Es innegable que las habilidades digitales se han vuelto esenciales en un mundo donde la tecnología permea todos los aspectos de la vida. Su adquisición se vuelve crucial para la plena participación en la sociedad y el éxito futuro [1]. La educación primaria, como etapa temprana en el desarrollo del alumnado, desempeña un papel crucial en la formación de competencias digitales. Además de sentar las bases en disciplinas académicas, esta etapa influye en la construcción de la identidad y la percepción del mundo de los estudiantes.

La tecnología en la educación primaria no solo incide en cómo los infantes perciben el mundo, sino que también influye en cómo se relacionan con él. Por lo tanto, enseñar y fomentar competencias digitales en esta etapa es esencial para preparar a los discentes para los desafíos de un mundo digital. En este contexto, surge un marco de competencias digitales que promueve el aprendizaje a lo largo de la vida [2]. Este marco identifica cinco áreas de competencia que resultan cruciales en la sociedad digital actual.

El marco no solo busca mejorar el rendimiento académico de los estudiantes, sino también desarrollar habilidades de pensamiento crítico, creatividad, comunicación efectiva y colaboración, competencias de gran relevancia en la sociedad actual [2]. Además, se adapta a diversos contextos educativos, incluyendo la educación en línea, lo que lo hace especialmente pertinente en el entorno digitalizado actual.

El propósito de este artículo es explorar la relevancia de las competencias digitales en la educación primaria y presentar el marco propuesto como una guía valiosa para su implementación. A través de una revisión sistemática de la literatura, se examinarán investigaciones que destacan la importancia de esta cuestión en la educación primaria y se explorarán programas educativos innovadores que han implementado con éxito este marco.

## 2. MÉTODO

En el desarrollo de esta investigación, se ha empleado la metodología de la revisión sistemática, una herramienta de indiscutible relevancia en el ámbito de la investigación científica. La revisión sistemática se erige como un pilar fundamental en la exploración y análisis de estudios originales primarios. Esta metodología cumple una función esencial en el proceso de investigación al elevar la calidad y validez de las conclusiones extraídas de los estudios individuales, al tiempo que contribuye a la identificación de áreas de incertidumbre y al fortalecimiento de la base de evidencia científica disponible [3].

La revisión sistemática se caracteriza por su naturaleza rigurosa y estructurada, lo que la convierte en una estrategia idónea para llevar a cabo una evaluación crítica y exhaustiva de la literatura existente en torno a un tema de investigación específico. Esta metodología no solo se encarga de sintetizar los hallazgos de múltiples estudios, sino que también proporciona una visión integral y cohesiva de la materia en cuestión.

Uno de los aspectos más destacados de la revisión sistemática radica en su capacidad para explorar, identificar y analizar de manera sistemática los estudios relevantes, utilizando criterios predefinidos y transparentes para la inclusión o exclusión de investigaciones. Esta metodología, en consecuencia, asegura un enfoque imparcial y objetivo en la selección de los trabajos a revisar, lo que a su vez contribuye a la robustez y fiabilidad de los resultados obtenidos.

La revisión sistemática se erige como una herramienta valiosa y en ocasiones, concluyente, en el proceso de investigación científica, desempeñando un papel fundamental en la síntesis y evaluación crítica de la literatura disponible, lo que garantiza una base sólida para abordar preguntas de investigación específicas y promover el avance del conocimiento en diversos campos.

### 1.1 Fuente de información

Se inicia la revisión de la literatura especializada utilizando como marco temporal el periodo 2012 - 2023, ambos años incluidos en las siguientes bases de datos científicas: Web of Science (WoS) y SCOPUS. En total, se obtuvo un corpus de 843 manuscritos (artículos (n=814), material editorial (n=19), reseña del libro (n=2) y resumen de jornadas (n=8)).

Las palabras clave, combinaciones y operadores booleanos que se han utilizado, para realizar el procedimiento de búsqueda son las siguientes: "digital competence" OR "digital skills" OR "online skills" AND "primary" OR "elementary" AND "program" OR "methodology" OR "learn".

## 1.2 Criterios de inclusión y exclusión de estudios

La etapa subsiguiente del proceso de investigación se ha concentrado en la definición de criterios tanto de inclusión como de exclusión, con el propósito de delinear los estudios que podrían ser potencialmente considerados. Para este fin, se han establecido un conjunto de condiciones que deben cumplir los estudios para ser considerados en esta revisión.

### Criterios de inclusión:

- Investigaciones que se centren en el desarrollo de competencias digitales en infantes comprendidos en el rango de edades de 6 a 12 años.
- Además, se han limitado a las investigaciones que hayan sido publicadas en el periodo comprendido entre 2012 y 2023.
- Estudios centrados en la exploración de programas educativos innovadores.

Esta fase del proceso, es de crucial importancia, ya que asegura la selección de estudios pertinentes y aporta una medida adicional de coherencia en la elección de la literatura a considerar.

### Criterios de exclusión:

- Estudios relacionados con la etapa de Educación Secundaria, educación post-obligatoria y educación universitaria serán excluidos de este análisis.
- Investigaciones que se centren en la evaluación de competencias digitales en estudiantes universitarios o en el ámbito de la educación infantil y primaria no serán consideradas en nuestra revisión.
- Estudios que tengan como enfoque las competencias digitales de docentes de educación primaria no se incluirán en el análisis.

## 1.3 Análisis de la literatura

En lo que respecta al análisis de los datos obtenidos a través de esta revisión sistemática, se ha adoptado un enfoque cualitativo. Esta estrategia de análisis ha permitido descubrir patrones y atribuir significado a la colección de literatura científica que se ha seleccionado.

Este proceso de análisis se inicia con una síntesis inicial de los artículos recopilados. Durante esta etapa, se identifican y destacan las características más importantes de cada estudio, incluyendo aspectos como el enfoque de la investigación, la metodología utilizada, los principales hallazgos y cualquier información relevante que pueda contribuir a los objetivos.

Una vez completada la síntesis inicial, se ha procedido a un análisis exhaustivo de la información recopilada. En esta fase, el propósito ha sido estructurar y sintetizar los datos de manera coherente con los objetivos de esta investigación. Se han buscado conexiones, tendencias emergentes, similitudes y diferencias entre los estudios incluidos en esta revisión. Esto permite obtener una comprensión más profunda y significativa del campo de competencias digitales en niños de 6 a 12 años.

## 3. RESULTADOS

En la etapa inicial de esta investigación, se ha realizado una exhaustiva búsqueda en dos bases de datos científicas, lo que ha permitido recopilar un importante conjunto de 843 estudios de investigación relevantes (véase Tabla 1).

Tabla 1. Resultados en bases de datos de la primera etapa

Bases de datos científicas	Número de artículos detectados
----------------------------	--------------------------------

Wos	397
Scopus	446
Total	843

En la segunda etapa del proceso de investigación, se ha llevado a cabo una revisión minuciosa y exhaustiva de cada uno de los estudios encontrados. Durante esta fase, se aplicaron rigurosamente los criterios de inclusión y exclusión previamente definidos. Como resultado de este proceso de selección, se han identificado y considerado un total de 112 publicaciones como pertinentes para el análisis (véase la Tabla 2).

Esta fase de revisión meticulosa ha permitido centrarse en aquellos estudios que cumplen con los estándares de calidad y relevancia necesarios para abordar nuestra investigación de manera efectiva. Se han excluido aquellos trabajos que no se ajustaban a los criterios específicos, garantizando así la coherencia y la cohesión de los datos recopilados para el análisis. La cuidadosa selección de estas 112 publicaciones proporciona una base sólida y confiable para futuras investigaciones.

Tabla 2. Resultado en bases de datos de la segunda etapa

Bases de datos científicas	Número de artículos detectados	Seleccionados
WoS	397	49
Scopus	446	63
Total	843	112



Figura 1. Se ha generado una nube de palabras con las palabras clave más encontradas en los artículos seleccionados.

Además de los datos cuantitativos y el número de publicaciones que se han identificado en este proceso de investigación, resulta esencial profundizar en el contenido de estos artículos para comprender adecuadamente sus hallazgos y contribuciones. Durante esta revisión, se ha topado con investigaciones que abordan exhaustivamente el impacto de los videojuegos y la robótica en el desarrollo de los procesos cognitivos en el alumnado de Educación Primaria. Estos

estudios han revelado resultados significativos que van más allá del mero desarrollo de habilidades digitales, extendiéndose a la integración de conceptos mecánico-matemáticos y la estimulación de habilidades comunicativas y creativas en los niños.

En concreto, se ha constatado que el uso de videojuegos y actividades relacionadas con la robótica ha contribuido positivamente al desarrollo de las habilidades cognitivas en infantes en edad escolar. Estas investigaciones han destacado cómo la interacción con videojuegos específicos promueve la resolución de problemas, el razonamiento lógico y el pensamiento crítico. Además, se ha observado una mejora en la comprensión de conceptos matemáticos y habilidades mecánicas, ya que muchos de estos juegos requieren el uso de principios matemáticos y mecánicos para avanzar o tener éxito.

Un aspecto relevante que se ha destacado es el impacto en las habilidades comunicativas. Los videojuegos y actividades de robótica a menudo requieren que los niños colaboren, se comuniquen y compartan ideas, lo que fortalece sus habilidades interpersonales y comunicativas. Además, la creatividad se ha fomentado mediante la resolución de problemas dentro de contextos lúdicos y la creación de contenido relacionado con la robótica.

#### 4. DISCUSIÓN

La realización de esta revisión sistemática de la literatura científica arroja luces significativas sobre el panorama actual de los programas educativos diseñados para fortalecer las competencias digitales en niños de edades comprendidas entre los 6 y los 12 años. Al analizar las investigaciones seleccionadas, se pudo constatar que, en su mayoría, los programas se han centrado en áreas temáticas de alta relevancia en la era digital, como la robótica, la programación y los videojuegos. Asimismo según el artículo [4] revisado, los videojuegos se relacionan con efectos beneficiosos para mejorar las competencias digitales, avalando así, la influencia actual en las pedagogías basadas en el juego o también llamadas “gamificación”.

Sin embargo, a pesar de la evidencia alentadora encontrada, es esencial reconocer que aún existe un amplio terreno inexplorado en este campo de estudio. La educación en la era digital se está transformando continuamente, y es imperativo seguir investigando para identificar enfoques innovadores que optimicen aún más el impacto de los programas educativos. A medida que la tecnología evoluciona y se diversifica, es fundamental que la pedagogía también lo haga. Además, es importante tener en cuenta que las competencias digitales no se limitan únicamente a la tecnología, sino que también abarcan la capacidad de discernir, evaluar y utilizar la información disponible en línea de manera crítica y ética. La incorporación de tecnologías de la información y comunicación (TIC) en la educación no solo fomenta la adquisición de habilidades para manejar la información, sino que también promueve competencias generales como el trabajo en equipo, el aprendizaje autónomo y habilidades de pensamiento avanzadas, que incluyen la resolución de problemas, la búsqueda de información y la creatividad [5].

Las conclusiones extraídas de esta revisión refuerzan la necesidad de que los educadores, los diseñadores de programas y los responsables de la toma de decisiones continúen explorando y desarrollando enfoques educativos que se adapten a la creciente digitalización de la sociedad. A través de la integración de las tecnologías emergentes y la promoción de habilidades digitales sólidas, se pueden abrir nuevas oportunidades para el aprendizaje y el desarrollo de los infantes. A medida que avanzamos hacia un futuro cada vez más digital, la educación debe evolucionar y adaptarse para asegurar que los discentes estén debidamente preparados para enfrentar los desafíos de la era digital.

Esta revisión subraya la importancia de seguir investigando, experimentando y colaborando en la búsqueda de soluciones innovadoras que enriquezcan la educación de los niños en el mundo digital. El aprendizaje en línea, la inteligencia artificial y otras tecnologías emergentes representan áreas prometedoras de desarrollo que merecen una mayor atención.

El camino hacia la excelencia en la educación en la era digital es un viaje constante, y esta revisión sistemática es un paso en la dirección correcta para avanzar en la comprensión y mejora de las competencias digitales de los niños.

## REFERENCIAS

- [1] Fraillon, J., Ainley, J., Schulz, W., Friedman, T. & Gebhardt, E. (2014). Students' Use of and Engagement with ICT at Home and School. In *Preparing for Life in a Digital Age* (pp- 125-166) Springer. [https://doi.org/10.1007/978-3-319-14222-7\\_6](https://doi.org/10.1007/978-3-319-14222-7_6).
- [2] Vuorikari, R., Kluzer, S. & Punie, Y. (2022). *DigComp 2.2: The Digital Competence Framework for Citizens - With new examples of knowledge, skills and attitudes*. Publications Office of the European Union. doi:10.2760/490274
- [3] Ferreira-González, I., Urrútia, G. y Alonso-Coello, P. (2011). Revisiones sistemáticas y metaanálisis: bases conceptuales e interpretación. *Revista española de cardiología*, 64(8), 688-696. doi: <https://DOI.org/10.1016/j.recesp.2011.03.029>.
- [4] Laura Scholes, Luke Rowe, Kathy A. Mills, Amanda Gutierrez & Elizabeth Pink (2022) Video gaming and digital competence among elementary school students. *Learning, Media and Technology*. DOI: [10.1080/17439884.2022.2156537](https://doi.org/10.1080/17439884.2022.2156537)
- [5] Ponomariovienė J.; Jakavonytė-Staškuvienė D. (2022). Developing General and Subject Competences of Primary School Pupils in the Context of Integrated Education: the Case of one Lithuanian School. *Journal of Education Culture and Society*. [https:// DOI.org/10.15503/jecs2022.2.659.680](https://DOI.org/10.15503/jecs2022.2.659.680)

# ¿Puede un alumno ser profesor de universidad? Metodología de aprendizaje basada en la explicación de la lección

H.R. Díaz-Ojeda<sup>a</sup>, and J. Pérez-Sánchez\*<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería Mecánica, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain; <sup>b</sup>Departamento de Ingeniería Civil, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), Campus de Tafira, 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Spain

## RESUMEN

Esta publicación está basada en la metodología de trabajo y aprendizaje realizada en el curso 2021/2022 en la asignatura de cuarto curso Construcción naval del Grado en Ingeniería en Tecnología Naval. Dado el carácter teórico de la asignatura, la carga de trabajo de los alumnos en el último curso y la pérdida de atención e interés en las clases, se planteó cambiar la forma de impartir docencia, que hasta entonces se había basado en clases magistrales por parte del profesor y trabajo autónomo en casa por parte del estudiante, para revertir la problemática detectada. En la metodología propuesta se asignó a los alumnos un apartado de un tema propuesto en el proyecto docente de la asignatura que tuvieron que estudiar individualmente y explicarlo en la siguiente clase. Dicho tema nunca se les explicó, con lo que se enfrentaron a un doble desafío; por un lado, estudiar algo nuevo y, por otro, explicarlo. Al final de la actividad se realizaron varias pruebas para comprobar los conocimientos adquiridos tanto por los alumnos que hacen de profesor como los alumnos que actuaron como tales. Además, se llevó a cabo una serie de encuestas de valoración de la actividad. El análisis de las encuestas y exámenes demostraron que los alumnos adquirieron los conocimientos sólidamente y que aumentó el dinamismo de la clase. Además, se constató la necesidad de potenciar actividades que doten al estudiante de responsabilidad frente a la obtención del título y, por tanto, la capacidad de ejercer como ingenieros en un breve espacio de tiempo.

**Keywords:** Construcción naval, aprendizaje práctico, grado en tecnología naval, ingeniería

## 1. INTRODUCCION

Numerosas metodologías se proponen actualmente en el campo del aprendizaje universitario, siendo las más significativas las que optan por una mayor participación del estudiante en la docencia.<sup>1</sup> Esto se debe hacer con el objetivo de mejorar la calidad de la misma y de lidiar con problemas que pueden tener los estudiantes, como situaciones de sobre estrés.<sup>2</sup> En este sentido, el uso de nuevas tecnologías<sup>3</sup> y las experiencias mostradas por el profesorado indican que la calidad de la docencia aumenta. Esto se une a los sistemas que potencian que el estudiante debe aprender practicando.<sup>4</sup>

Hay que señalar que la labor de motivación del profesor es fundamental a la hora del interés y grado de satisfacción que puede tener un estudiante<sup>5</sup> y más aún cuando existen dificultades de aprendizaje que motivan que se adapten las clases.<sup>6</sup>

También, y sobre todo en el ámbito universitario, es muy importante la capacidad que adquiere un estudiante de ser autónomo y de investigar sobre cualquier tema<sup>7,8</sup> Esto es de vital importancia si queremos tener profesionales que puedan desarrollar por sí mismos tareas complejas sin supervisión o que puedan afrontar retos más allá de trabajos repetitivos y que no suponen ninguna modificación.

Por todo esto, en este artículo se muestra una metodología de trabajo por parte del estudiante que le permite aumentar su interés en clase y tomar responsabilidad de la que será evaluado. En este trabajo, se desarrollará la explicación de una metodología diferente de ejecución de la clase en un contexto universitario<sup>2</sup>. Seguidamente se introducirá la metodología aplicada<sup>3</sup>, pasando a presentar los resultados<sup>4</sup>. Finalmente se realizará una discusión y se presentará las conclusiones que ha traído esta metodología<sup>5</sup>.

\*julio.sanchez@ulpgc.es; phone +34 928 45 4474;  
<https://www2.ulpgc.es/index.php?pagina=crrPDI&ver=pdi&consulta=MTgxMDkwNTg=>

## 2. CONTEXTO

En España y concretamente en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, el grado en Ingeniería en Tecnología Naval se estructura en cuatro cursos académicos y dos menciones, estructuras marinas y propulsión y servicios del buque. Es en el tercer curso académico donde los alumnos tienen que elegir una u otra mención. Los alumnos que han elegido la mención de estructuras marinas llegan al cuarto curso y cursan una asignatura obligatoria denominada Construcción naval. Esta asignatura, que es eminentemente teórica, se trata, en líneas generales, que el estudiante obtenga los conocimientos mínimos en cuanto a la forma que se construye un buque, el negocio que esto supone y los recursos físicos, materiales y humanos para llevarlo a cabo.

Esta asignatura se impartía en el horario de 19:00 a 21:00 los lunes y martes haciendo un total de cuatro horas semanales de clase. La clase estaba formada por 10 alumnos. En las primeras semanas el estudiante mostraba un claro interés por la asignatura, en parte dado que es contenido específico de la rama y que se explica desde un punto de vista sosegado y con abundante material audiovisual. Poco antes de llegar a la mitad del curso, los estudiantes pierden paulatinamente el interés por la asignatura, además de detectarse una creciente falta de atención durante el desarrollo de las lecciones. Esto se comprueba mediante preguntas al azar en donde el estudiante no es capaz de responder algo que se ha visto en instantes previos, además de estar más pendiente de las notificaciones de sus móviles.

Ante esta situación, se realiza una reflexión de qué ha cambiado con respecto al inicio del curso y de cómo revertir dicha situación. Se identifican los posibles motivos:

- **Las horas de las clases.** La clase se realiza a última hora del día y se detecta que el estudiante viene cansado de otras asignaturas y en sí del propio día. Se aprecia además que, si el estudiante ha venido tras un puente o una festividad previa, viene aún más cansado que en un fin de semana normal.
- **Comienzo de las prácticas externas.** El estudiante comienza a realizar prácticas externas en horario de mañana y clases en horario de tarde. Esto hace que aumente el cansancio del estudiante y que muchos hayan comenzado su jornada de trabajo/estudios a las 7:00 de la mañana. Esto produce un cansancio y el estudiante va perdiendo progresivamente su capacidad de atención durante la clase.
- **Comienzo del trabajo fin de título (TFT).** Algunos estudiantes comienzan a realizar además su trabajo final de grado. Esta carga añadida de trabajo hace que el estudiante no solo se encuentre más cansado, sino que dedique mayor tiempo e interés hacia el TFT.
- **Carga de trabajo de otras asignaturas.** El estudiante en cuarto curso que llega con asignaturas de cursos anteriores (hecho bastante habitual), arrastra aquellas de mayor complejidad y que suelen requerir mayores tiempos de estudio como pueden ser: mecánica de fluidos, estructuras y materiales navales o incluso cálculo. Esto conlleva una mayor presión para el estudiante por aprobar estas asignaturas, no solo porque son estrictamente necesarias para poder defender su trabajo final de título, sino porque un nuevo suspenso conllevaría un incremento de las tasas académicas para el siguiente curso, así como tener que esperar un año para poder iniciar su carrera profesional.

Ante esta situación, se plantea cambiar la forma de impartir docencia que hasta entonces se había basado en clases magistrales por parte del profesor y trabajo autónomo en casa por parte del estudiante. Esta metodología se describe en el apartado 3.

## 3. METODOLOGÍA DE TRABAJO PROPUESTA

En esta sección se describirá la metodología de trabajo propuesta a los estudiantes. Esta se puede dividir en varias fases:

1. **Creación de grupos.** Se divide la clase en dos grupos, grupo A y grupo B, asignando a cada mitad de la clase un tema de trabajo que difiere del que se le asigna a la otra mitad. En este sentido, el profesor proporciona todo el material correspondiente a dichos temas que se compone de notas, enlaces web, libros, etc.
2. **Creación de parejas de trabajo.** Se crean parejas de trabajo formadas por un miembro del grupo A y un miembro del grupo B. Se les indica a los estudiantes que no deben comentar su tema de trabajo con nadie más hasta que sea la exposición.
3. **Fase de estudio.** El estudiante realiza estudio individual en casa del tema. Además, se le otorga 2 horas de las correspondientes a una clase lectiva para que realice las consultas al profesor sobre las dudas que puedan surgir. En este sentido, el profesor trata de sugerir bibliografía donde pueda encontrar las respuestas a dichas dudas más que responder directamente, con la finalidad de que el estudiante adquiera la capacidad de trabajar autónomamente y resolver sus propios conflictos.
4. **Fase de exposición del tema.** El miembro del grupo A dispone de 30 minutos para explicar individualmente a su pareja y miembro del grupo B su tema. Tras finalizar el miembro del grupo B realiza cuestiones sobre todas las dudas que puedan surgir. Seguidamente, se realiza un cuestionario en el que se valora la exposición y claridad en las respuestas del miembro del grupo A. Finalizadas las encuestas, el proceso se repite otra vez siendo iniciado esta vez por el miembro del grupo B.
5. **Evaluación final de grupos.** Finalizada la fase de exposición del tema por los estudiantes, el profesor realiza un test sobre los dos temas (Test 1). Dicho test contiene las preguntas más relevantes de cada tema. Se pretende evaluar la capacidad de aprendizaje del tema por parte del estudiante.
6. **Explicación de los temas por parte del profesor.** El profesor realiza una explicación de los temas impartidos por el grupo A y por el grupo B a modo de repaso y resolviendo las principales dudas que fue anotando mientras los grupos realizaban su exposición.
7. **Evaluación final de la actividad.** Se realiza un nuevo examen (Test 2) sobre los contenidos expuestos, tras la intervención del profesor. Finalmente, se lleva a cabo un cuestionario a los estudiantes con preguntas abiertas sobre su valoración personal de la actividad.

### 3.1 Encuestas

En esta subsección se describen las preguntas que se hicieron en las encuestas llamadas EC1 y EC2. La EC1 se corresponde con una encuesta de valoración entre estudiantes. El objetivo principal de esta encuesta es valorar si el alumno-profesor había preparado su clase y era capaz de responder a las dudas suscitadas. Se realizan las siguientes preguntas:

- P1.1. ¿Ha realizado el compañero una exposición clara y resuelto tus dudas?
- P1.2. ¿Ha utilizado el compañero recursos didácticos como vídeos, enlaces web, etc.?
- P1.3. ¿Qué nota le pondrías al compañero?

Por su parte la EC2 se centra en valorar la aceptación que ha tenido esta metodología en los estudiantes. En esta encuesta que se realiza de forma voluntaria se pregunta:

- P2.1. Contesta afirmativo o negativo si te ha parecido interesante esta forma de impartir un tema. Indica algún comentario si lo estimas oportuno

P2.2. Cambiarías algo de la forma de afrontar la actividad.

P2.3. ¿Qué no te ha gustado de la actividad?

P2.4. ¿Cómo te has sentido al realizar tu exposición?

#### 4. RESULTADOS

En esta sección se describirán los resultados obtenidos de las diferentes encuestas, así como la experiencia vivida por el profesor. El relato se realizará cronológicamente.

Una vez asignada la tarea, se proporciona suficiente tiempo a los estudiantes para que organicen ideas y comience en el estudio del tema. Se reciben numerosas preguntas sobre “¿cómo explicar?”. En este sentido el profesor indica que la explicación debe realizarse de forma que alguien que no sepa nada sobre el tema pueda ser capaz de seguir la lección y entenderla.

Pasadas 24 horas, el profesor recibe emails de un 10% de la clase que se resumen claramente en una frase: “... no sé realizar la actividad pues no dispongo de los conocimientos necesarios”. El profesor manda un mensaje indicando que hay que mantener la calma y que es normal no tener conocimientos. Que lo primero que hay que hacer es estudiar el material facilitado y posteriormente aclarar dudas sobre el mismo para finalmente ser capaz de exponerlo.

Tras una semana, se llega a la clase teórica de dos horas en la que se pretende que el estudiante resuelva las dudas y ultime su presentación. En este punto, existen dudas de cómo realizar una presentación. Muchos alumnos abusan de grandes párrafos con textos en la presentación (Figura 1) y de qué medios audiovisuales usar.

¿Por qué es interesante este barco?

¿Cumplió con su objetivo?

- El *Bismarck* solo estuvo en servicio ocho meses y participó en una única operación ofensiva, de nombre en código *Rheinübung*, en mayo de 1941 comandado por el capitán *Ernst Lindemann*. En ella tenía la misión de irrumpir en el *océano Atlántico* junto con el *crucero pesado Prinz Eugen* y atacar la navegación aliada entre *Estados Unidos* y *Gran Bretaña*. Sin embargo, ambos buques fueron localizados por los Aliados frente a las costas de *Escandinavia* y los británicos enviaron varios buques de guerra para interceptarlos.
- Un torpedo destruyó uno de los *timones* del acorazado alemán, lo que imposibilitó que maniobrara. La mañana siguiente, el inmovilizado *Bismarck* fue atacado y neutralizado por el intenso fuego de varios buques británicos, tras lo que su tripulación lo echó a pique y se hundió con gran pérdida de vidas.
- La causa exacta de su hundimiento ha sido motivo de debate entre los expertos. El *pecio* del acorazado fue descubierto en junio de 1989.

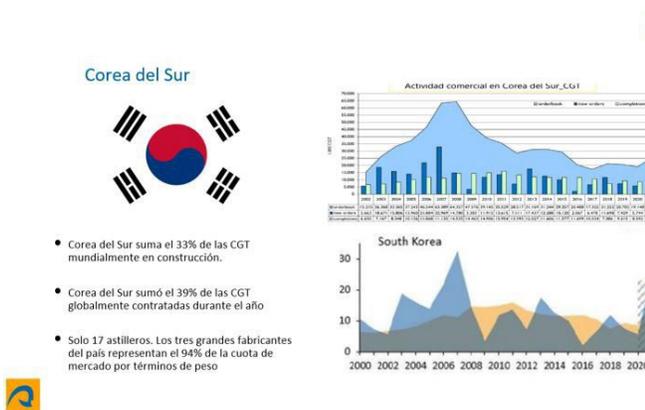


Figura 1: Ejemplo de presentación con mucho texto (arriba) y presentación más esquemática (abajo).

Pasados ocho días, se realizan individualmente las presentaciones al miembro del otro grupo asignado. El profesor se va moviendo por los diferentes grupos pues, aunque, por ejemplo, el grupo A tiene asignado un tema, cada miembro de ese grupo ha realizado una presentación y afronta su presentación de forma diferente. En este sentido, el 100% de los estudiantes traen la clase bien preparada y sus presentaciones presentan numerosos recursos audiovisuales siendo el uso de vídeos e imágenes los más utilizados. El 60% de los alumnos se traen notas escritas que van mirando conforme realizan la presentación.

Llegados al punto de la encuesta EC1, las respuestas obtenidas para las diferentes preguntas son:

Para la pregunta, P1.1 el 60% de los alumnos responde afirmativamente. Para la pregunta, P1.2 el 100% de los alumnos responde afirmativamente. Para la pregunta, P1.3 se obtiene una media aritmética de 7. (Se permite valorar de 1 a 10 en forma de enteros).

Seguidamente, en la explicación que realiza el profesor, se aclaran dudas puntuales que son principalmente debidas a curiosidades que han encontrado los estudiantes al preparar la actividad. En muchos casos se trata de asuntos que el profesor no tenía pensado impartir en clases o vínculos con noticias actuales.

Finalmente, se realiza la encuesta EC2, obteniéndose los siguientes comentarios.

A la pregunta P2.1 el 90% contesta afirmativamente. Solo se obtiene los comentarios de la parte que indican que no. En ellos se indica que prefieren no tener que preparar clases pues les quita mucho tiempo y que prefieren que el profesor lo explique. Una encuesta incluye la siguiente nota, "...prefiero que el profesor me explique, que tiene los conocimientos de esta asignatura, no mi compañero".

A la pregunta P2.2 no se encuentran respuestas en la mayoría de las encuestas, solo encontrándose en algunas de ellas que necesitarían más tiempo para preparar esta actividad.

Para la pregunta P2.3 se obtiene un 40% de respuestas indicando que el compañero parecía inseguro al realizar la explicación.

En la pregunta P2.4 existe una respuesta extendida por más del 80% de los encuestados indicando que se sentían muy nerviosos, pero que les ha servido para reforzar sus capacidades de búsqueda de información y resolución de problemas de cara a un futuro trabajo como ingenieros.

En cuanto a los exámenes, todos los alumnos aprobaron ambos cuestionarios (antes y después de la explicación del profesor). En el Test 1, la calificación media fue de 7.5, mientras que en el Test 2, fue 9, lo que indica unas excelentes calificaciones para esta asignatura. Además, se valora muy positivamente el hecho de que todos los estudiantes aprobaran este examen tan solo con las explicaciones dadas por sus compañeros, sin un estudio adicional. Esto no es solo relevante debido a que la preparación de la clase fue bastante adecuada en todos los casos, sino que también los alumnos pudieron aprender los unos de los otros, mostrando un alto interés en las exposiciones realizadas.

El incremento de las calificaciones en el Test 2 en la mayoría de los estudiantes fue atribuido a las dudas resueltas por el profesor y por el incremento en el tiempo de estudio. Los estudiantes tendieron a preguntar mayor número de dudas comparado con las clases tradicionales debido a la mayor confianza con respecto a sus compañeros, mostrando su interés real en el tema desarrollado.

## 5. DISCUSION Y CONCLUSIONES

La metodología propuesta resaltó que los estudiantes se mostraron interesados y motivados en el desarrollo de las actividades<sup>9,10</sup> y que su participación y mayor representatividad fueron fundamentales. La interacción con el profesor fue mucho mayor que en otros cursos, fundamentalmente en lo referente a emails y tutorías, a las cuales antes acudían pocos alumnos. Uno de los aspectos más relevantes detectados en este proceso fue la falta de autoestima y confianza en sus propios trabajos. La causa más probable de estas reacciones es que ellos se enfrentaban por primera vez en el grado a una actividad en la que eran plenamente

responsables del resultado del mismo. A pesar de todo ello, esta actitud fue cambiando paulatinamente a lo largo de la realización de la actividad. Por otro lado, la mejora de la relación entre alumno-profesor mejoró significativamente la autoestima del alumno y su rendimiento académico, tal como se había señalado en investigaciones previas<sup>11</sup>.

Por otro lado, la metodología propuesta no sólo mejoró las calificaciones de los alumnos sino también el ambiente de la clase. Los alumnos se vieron obligados a incrementar las relaciones entre ellos en la preparación de la actividad y en la presentación de sus temas. Esto provocó que las sesiones fueran más distendidas y que se reforzaran los vínculos de cooperación entre compañeros de clase<sup>12-14</sup>. Los resultados de esta investigación también indicaron que el desarrollo de esta actividad es importante para reforzar la confianza y el trabajo autónomo de los estudiantes. La mayoría de ellos se convirtieron en ingenieros seis meses después de aprobar esta asignatura, momento en el que necesitaron enfrentarse a nuevas tareas y situaciones profesionales donde debían organizar grupos de trabajadores de distintas disciplinas. Por tanto, esta actividad no sólo atrajo su atención sobre la materia que se impartía, sino que también reforzó competencias transversales que se reflejan en la Figura 2<sup>15</sup>.

La mayor parte de quejas por parte de los estudiantes en la realización de esta actividad estuvo relacionada con el nerviosismo al hablar en público. En España, las destrezas comunicativas son a día de hoy aún un gran desafío dentro del sistema universitario<sup>16</sup>.

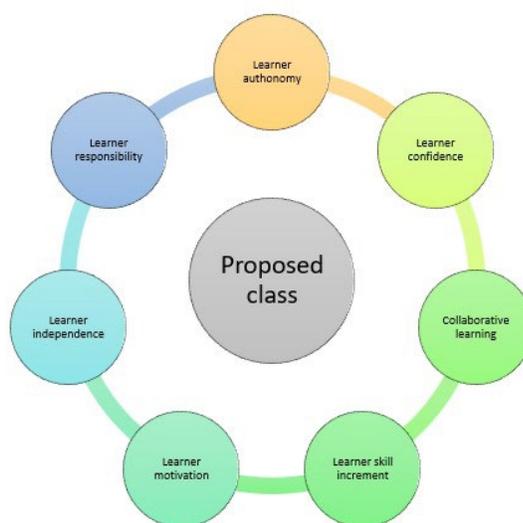


Figura 2: Competencias transversales desarrolladas con la metodología propuesta<sup>15</sup>.

Las principales conclusiones que se obtuvieron en el desarrollo del presente trabajo se pueden resumir a continuación:

1. La sobrecarga de tareas en el último curso del grado en ingeniería puede reducir el interés del alumnado en contenidos más teóricos.
2. El principal objetivo de la metodología seguida fue poner a los alumnos en el centro del proceso de aprendizaje para mantener su interés en la asignatura y motivarles hacia un perfil más autónomo y profesional.
3. Aunque algunos estudiantes se sintieron nerviosos a la hora de hablar en público, la participación voluntaria de la totalidad de la clase, así como las calificaciones obtenidas, indicaron un interés considerable en el desarrollo de la actividad, además de servir como indicador de la necesidad del uso de este tipo de actividades para desarrollar otras competencias transversales.

4. Esta metodología fomenta la creatividad y el ingenio de los alumnos ya que fueron en todo momento libres de utilizar cualquier metodología en sus presentaciones. Dado que el campo de la ingeniería es bastante competitivo y los futuros ingenieros tendrán que enfrentarse de manera frecuente a diversas tareas sin conocimientos previos, la participación de la universidad en el entrenamiento de profesionales, tanto en conocimientos como en destrezas, se hace imprescindible.

## REFERENCIAS

- [1] de Miguel Díaz M., [Modalidades de enseñanza centrada en el desarrollo de competencia. Orientaciones para promover el cambio metodológico en espacio europeo de educación superior], Universidad de Oviedo, España (2006).
- [2] Barro, A., "Ansiedad, depresión, estrés y suicidios: la otra cara de las universidades de élite," Nueva York, 15 de noviembre 2014, [https://www.elconfidencial.com/mundo/2014-11-15/ansiedad-depresion-estres-y-suicidios-la-otra-cara-de-las-universidades-de-elite\\_455830/](https://www.elconfidencial.com/mundo/2014-11-15/ansiedad-depresion-estres-y-suicidios-la-otra-cara-de-las-universidades-de-elite_455830/) (30 de octubre 2023).
- [3] Sitthiworachart, J., Joy, M., King, E., Sinclair, J. y Foss, J., "Technology-supported active learning in a flexible teaching space," *Educ. Sci.* 12(9), (2022).
- [4] Markham, T., Larmer, J. y Ravitz, J., [Project Based Learning Handbook: A Guide to Standards-Focused Project Based Learning for Middle and High School Teachers], Buck Institute for Education, Estados Unidos (2003).
- [5] Ekmekci, A. y Serrano, D. M., "The impact of teacher quality on student motivation, achievement, and persistence in science and mathematics," *Educ. Sci.* 12(10), 649 (2022).
- [6] Ines, H., Pacheco, J. A., Abelha, M. y Seabra, F., "Teaching students with learning difficulties or disabilities: Regular education teachers professional development and practices," *Educ. Sci.* 12(10), 652 (2022).
- [7] Nogales-Delgado, S., Encinar Martín, J. M. y Roman Suero, S., "Teaching how to research: A case study on chemical and industrial engineering degrees," *Educ. Sci.* 12(10), 673 (2022).
- [8] Thomas, J. W., "A review of research on project-based learning," Autodesk Foundation, California, marzo de 2000, [http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL\\_Research.pdf](http://www.bobpearlman.org/BestPractices/PBL_Research.pdf) (12 de septiembre 2023).
- [9] Gonzalez-DeHass, A. R., Willems, P. P. y Holbein, M. F. D., "Examining the Relationship Between Parental Involvement and Student Motivation," *Educ Psychol Rev* 17 (2), 99–123 (2005).
- [10] Abernathy, T. V. y Vineyard, R. N., "Academic Competitions in Science: What Are the Rewards for Students?," *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas* 74(5), 269–276 (2001).
- [11] Nyadanu, S. D., Garglo, M. Y., Adampah, T. y Garglo, R. L., "The Impact of Lecturer-Student Relationship on Self-Esteem and Academic Performance at Higher Education," *J. Soc. Sci.* 2(1), 264 (2014).
- [12] Yilmaz, F. G. K. y Yilmaz, R., "Exploring the role of sociability, sense of community and course satisfaction on students' engagement in flipped classroom supported by facebook groups," *J. Comput. Educ.* 10(1), 135–162 (2023).
- [13] Ho, J., "Gamifying the flipped classroom: how to motivate Chinese ESL learners?," *Innov. Lang. Learn. Teach.* 14(5), 421–435 (2020).
- [14] Wang, F. H., "On the relationships between behaviors and achievement in technology-mediated flipped classrooms: A two-phase online behavioral PLS-SEM model," *Comput Educ.* 142, 103653 (2019).
- [15] Díaz Ojeda, H.R., Pérez-Arribas, F. y Pérez-Sánchez, J., "Student-Teacher Role Reversal at University Level—An Experience in Naval Engineering Education," *Educ. Sci.* 13, 352 (2023).
- [16] Ruiz Moral, R., García de Leonardo, C., Cerro Pérez, A., Caballero Martínez, F. y Monge Martín, D., "Barriers to teaching communication skills in Spanish medical schools: a qualitative study with academic leaders," *BMC Med. Educ.* 20(1), 41 (2020).



# **BURNOUT EN LOS ESTUDIOS DE VETERINARIA DE LA UNIVERSIDAD DE LAS PALMAS DE GRAN CANARIA**

## **Cuestionario del Síndrome de Burnout de Copenhague (ULPGC)**

Eligia González Rodríguez\*<sup>a</sup>, Jaime Espinosa García San Roman<sup>a</sup>, Ana Sofía Ramirez Corbera<sup>a</sup>, Carmen Dolores González Díaz<sup>b</sup> and Eligia Rodriguez Ponce<sup>a</sup>

<sup>a</sup> Facultad de Veterinaria, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC), Las Palmas, Spain; <sup>b</sup>Unidad de Prevención y Reacción. Brigada de Seguridad Ciudadana de la Jefatura Superior de Policía de Canarias.

### **RESUMEN**

Con la idea de conocer el estado de salud del profesorado en la Universidad, se presenta un estudio sobre el síndrome del quemado o síndrome del desgaste profesional, conocido como Síndrome de Burnout que determina el nivel de estrés que presenta el profesorado universitario durante el desempeño de sus funciones como personal docente e investigador, permitiendo detectar la aparición de determinados signos que lo definen. Para ello, se realiza un trabajo preliminar realizado con 42 profesores de la Facultad de Veterinaria de la ULPGC utilizando el cuestionario del Síndrome de Burnout de Copenhague (ISBC). El 40.95% del total de profesores adscritos a la docencia en el Grado de Veterinaria respondió a la encuesta. Los resultados obtenidos muestran una ausencia de este síndrome, evaluado en cuatro subescalas que correlacionan al docente con cada una de las facetas que componen su trabajo diario, donde se debe destacar el perfil *multitask* al que el personal docente e investigador se ve sometido en los últimos años. A este estudio se han unido profesores de todas las categorías, respondiendo siempre de forma anónima y voluntaria.

**Palabras clave:** Burnout, Estrés, Grado en Veterinaria, Profesores, Salud, Universidad

## **1. INTRODUCCIÓN**

Los profesores universitarios se ven inmersos en múltiples actividades de docencia y de investigación, con financiación o sin ella en muchas ocasiones. Pero también sufren la presión por conseguir una producción científica. Esto sin olvidar la cada vez mayor carga de tareas administrativas que conlleva la organización de los departamentos y facultades, la planificación de las actividades académicas, etc.<sup>1</sup> Todo ello podría dar origen a una degradación progresiva de las condiciones de trabajo como resultado de un agotamiento físico y emocional entre los profesores <sup>2</sup>. Tras la entrada en vigor, el pasado 1 de enero de 2022, de la última revisión de la Clasificación Internacional de Enfermedades (CIE-11), el Síndrome de desgaste profesional (“burnout” en CIE-10) es considerado un problema laboral, incluido en el capítulo 24: “Factores que influyen en el estado de salud o el contacto con los servicios de salud” dentro de la subcategoría de “problemas asociados con el empleo y el desempleo” y es codificado como QD85: Síndrome de desgaste ocupacional <sup>3</sup>.

El objetivo *General* de este trabajo es valorar el estado actual del Personal Docente e Investigador (PDI) adscrito al Grado de Veterinaria de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) utilizando el cuestionario del Síndrome de Burnout de Copenhague (ISBC)<sup>4</sup>, de tal manera que podamos valorarlo como el modelo que mejor pueda representar la realidad en el entorno universitario, permitiendo, en caso de obtener resultados positivos, instaurar las medidas necesarias para evitar su aparición, así como conocer cuáles son las principales preocupaciones de los docentes participantes de este estudio.

Como *Objetivo específico*, trataremos de conocer la situación personal y profesional de los componentes objeto de estudio, en las situaciones destacadas en el cuestionario elaborado para tal fin.

## 2. METODOLOGÍA

Para conocer la situación, se utiliza como base un cuestionario diseñado por Kristensen et al.<sup>4</sup> que originalmente constaba de 19 ítems que miden el **burnout personal** (6 ítems), el **burnout relacionado con el trabajo** (7 ítems) y el burnout relacionado con el cliente (6 ítems). El cuestionario en castellano ha sido validado por Molinero et al.<sup>5</sup> y, siguiendo sus instrucciones, hemos adaptado el mismo para validar el agotamiento del profesorado, además de con su entorno directo (colegas), con los estudiantes, de tal manera que se dirige al estudio del **burnout relacionado con los colegas**, y del mismo modo al estudio del **burnout relacionado con los estudiantes**, cada uno de 6 ítems, obteniéndose un cuestionario final de 25 ítems. Esta adaptación se justifica si tenemos en cuenta el papel multitarea de los profesores en la universidad española. Los participantes valoraron la frecuencia con la que experimentan estos sentimientos en una escala de 5 puntos, que va de 0 (Nunca) a 5 (Siempre). El cuestionario puede ser consultado en la Tabla 6 del capítulo de Resultados y Discusión.

Se pretende dar neutralidad al estudio, sin interferencias ni predisponer a los encuestados. Por ello, el envío del cuestionario no expone cual es el objetivo real del estudio, sino explica que se trata de valorar la actividad docente de forma totalmente ANÓNIMA y VOLUNTARIA. De ahí que no usaremos el término de Burnout, sino el de Agotamiento.

Al ser un aspecto que afecta a la salud humana, solicitamos el permiso del comité de ética, aunque el protocolo de la ULPGC en este comité dice explícitamente que “En general, los estudios basados en encuestas en los que no se recogen datos personales no precisan ser aprobados por el CEIH”. Tratándose de temas sobre salud mental, consideramos que la obtención de dicho permiso podría ser de interés y le daría un valor añadido a nuestro trabajo, por lo cual fue solicitado y concedido.

### 2.1 Grupo de estudio

El procedimiento a seguir será una encuesta elaborada a través de los Formularios de Google que fue enviada directamente a los docentes a través del correo electrónico, pudiendo ser cumplimentado desde su ordenador o sus dispositivos electrónicos. Participaron 42 docentes de un total de 113 miembros (37.17%) de distintas categorías, siendo realizado de forma desinteresada y anónima (Tabla 1).

Tabla 1. Porcentaje de participación del profesorado por categorías

CATEGORÍA PROFESIONAL	Frequency	Percent
<b>Catedrático de Universidad</b>	5	11,90%
<b>Investigador Distinguido</b>	2	4,76%
<b>Profesor Asociado</b>	5	11,90%
<b>Profesor Ayudante (No Doctor)</b>	3	7,14%
<b>Profesor Contratado Doctor</b>	6	14,29%
<b>Profesor Titular de Universidad</b>	21	50,00%
<b>Total</b>	42	100,00%

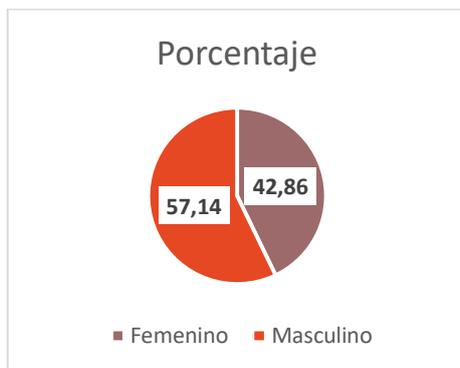
### 2.2 Evaluación Estadística

Los datos se analizaron con el software Epi Info 7.2.5.0. De las Variables cualitativas se mostraron las frecuencias y los porcentajes, mientras que en las cuantitativas se calcularon la media, mediana y desviación estándar con los valores mínimos y máximos. Así mismo, para alguna de las variables estudiadas, se realizaron los correspondientes gráficos de barras para visualizar mejor los factores antes señalados.

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Del total de 113 profesores adscritos al Grado de Veterinaria de la ULPGC, se obtuvieron 42 respuestas, lo que se corresponde con un 37.17% del PDI. La distribución por sexo queda reflejada en la Gráfica 1. La edad media fue de 50.4 años ( $SD \pm 11.1$ ), con una edad mínima de 27 y la máxima de 69 años y una antigüedad media en la Institución Académica de 19.65 años de servicio ( $SD \pm 12.74$ ).

Gráfica 1. Distribución de la muestra realizada en función del sexo de los encuestados.



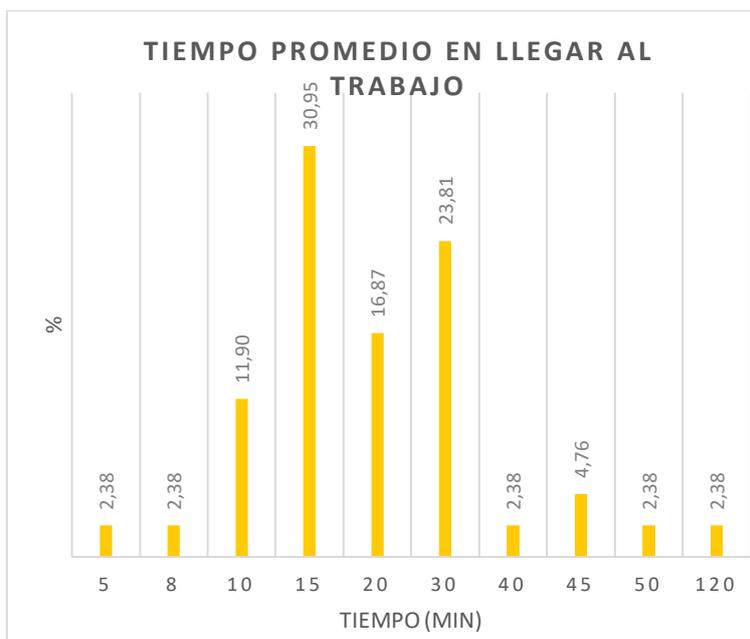
Los datos que reflejan aspectos más relacionados con la actividad laboral y desarrollo de la carrera en la Universidad, muestran que, entre los sujetos, además de estar representadas las principales categorías (Tabla 1), el 50% está incluido en el cuerpo de profesores Titulares de Universidad. Y a la hora de contestar acerca de la carga de trabajo diaria (Tabla 2), un alto porcentaje dedica entre 8 y 10 horas diarias a su trabajo y hasta 8 horas.

Tabla 2. Porcentaje de participación del profesorado por categorías

CARGA DE TRABAJO DIARIA	Frequency	Percent
Entre 8 y 10 horas	19	44,19%
Hasta 8 horas	21	48,84%
Más de 10 horas	3	6,98%
<b>Total</b>	<b>43</b>	<b>100,00%</b>

Otros datos, tales como el estado civil, el número de hijos y el tiempo necesario para llegar al puesto de trabajo (Gráfica 2), también han sido tenidos en cuenta.

Gráfica 2.- Tiempo promedio para llegar a trabajo (en minutos)



Destacar que el 50% de los encuestados están casados y con 2 hijos (Tablas 3 y 4).

Tabla 3. Estado civil

ESTADO CIVIL	Frequency	Percent
<b>Casado</b>	21	50,00%
<b>Divorciado</b>	4	9,52%
<b>Separado</b>	1	2,38%
<b>Soltero</b>	10	23,81%
<b>Unión de hecho</b>	6	14,29%
<b>Total</b>	42	100,00%

Tabla 4. Número de Hijos

HIJOS	Frequency	Percent
<b>0</b>	15	37,50%
<b>1</b>	5	12,50%
<b>2</b>	20	50,00%
<b>Total</b>	40	100,00%

A pesar de estas cargas familiares, un 86.05% realizan investigación activa, siendo el 61.9% profesores que no ostentan cargos unipersonales (Tabla 5).

Tabla 5. Investigación activa y cargos unipersonales

¿REALIZAS INVESTIGACIÓN ACTIVA?	Frequency	Percent	¿OCUPAS ALGÚN CARGO UNIPERSONAL?	Frequency	Percent
<b>No</b>	6	13,95%	<b>No</b>	26	61,90%
<b>Sí</b>	37	86,05%	<b>Sí</b>	16	38,10%
<b>Total</b>	43	100,00%	<b>Total</b>	42	100,00%

El cuestionario empleado con 25 ítems del Síndrome de Burnout de Copenhague queda distribuido en cuatro subescalas que miden el agotamiento personal (**General**), el agotamiento relacionado con el trabajo (**Trabajo**), el agotamiento relacionado con los colegas (**Colegas**) y el agotamiento relacionado con los estudiantes (**Estudiantes**). Los resultados pueden ser consultados en la Tabla 6 donde, además de poder consultar las cuestiones planteadas en cada escala, llevan anotadas los porcentajes obtenidos para cada ítem, con los resultados de la Mediana y la Moda. Esta particularidad se considera de interés al permitir observar

cada cuestión en toda su amplitud. Pero al observar detalladamente cada resultado, se considera elaborar una fila en cada subescala para, de forma global, ver el resultado, observándose la ausencia del síndrome de Burnout en las cuatro subescalas, como queda destacado en la mediana y la Moda.

Tabla 6. Cuestionario, resultados obtenidos y Mediana y Moda de los datos.

	PREGUNTAS	NUNCA	SOLO ALGUNA VEZ	ALGUNAS VECES	MUCHAS VECES	SIEMPRE	MEDIANA	MODA
GENERAL	¿Con qué frecuencia te sientes cansado?	2 4,65%	8 18,60%	19 44,19%	12 27,9%	2 4,65%	Algunas veces	Algunas veces
	¿Con qué frecuencia estás físicamente exhausto?	11 26,19%	11 26,19%	15 35,71%	4 9,52%	1 2,38%	Solo alguna vez	Algunas veces
	¿Con qué frecuencia estás psicológicamente exhausto?	6 13,95%	6 13,95%	16 37,21%	14 32,56%	1 2,33%	Algunas veces	Algunas veces
	¿Con qué frecuencia piensas "No puedo más"?	13 30,95%	12 28,57%	11 26,19%	5 11,90%	1 2,38%	Solo alguna vez	Nunca
	¿Con qué frecuencia te sientes agotado?	2 4,76%	13 30,95%	16 38,10%	10 23,81%	2 4,76%	Algunas veces	Algunas veces
	¿Con qué frecuencia te sientes débil y susceptible de enfermar?	1 25,58%	20 46,51%	7 16,28%	5 11,63%	0 0%	Solo alguna vez	Solo alguna vez
	¿Tu trabajo es emocionalmente agotador?	5 11,63%	12 27,91%	15 34,88%	10 23,26%	1 2,33%	Algunas veces	Algunas veces
	General-todos	50 16,72%	82 27,42%	99 33,11%	60 20,07%	8 2,68%	Algunas veces	Algunas veces
TRABAJO	¿Te sientes quemado con tu trabajo?	14 32,56%	12 27,91%	10 23,26%	6 13,95%	1 2,33%	Solo alguna vez	Nunca
	¿Te sientes frustrado con tu trabajo?	15 34,88%	11 25,58%	10 23,26%	6 13,95%	1 2,33%	Nunca	Solo alguna vez
	¿Te sientes agotado al final de tu jornada laboral?	8 18,60%	14 32,56%	11 25,58%	7 16,28%	3 6,98%	Solo alguna vez	Solo alguna vez
	¿Por la mañana te agota pensar en otro día de trabajo?	11 25,58%	14 32,56%	14 32,56%	3 6,98%	1 2,33%	Solo alguna vez	Solo alguna vez
	¿Sientes que cada hora de trabajo es agotadora?	19 44,19%	14 32,56%	9 20,93%	1 2,33%	0 0%	Solo alguna vez	Solo alguna vez
	¿Tienes suficiente energía para la familia y los amigos durante el tiempo libre?	1 2,33%	7 16,28%	9 20,93%	18 41,86%	8 18,60%	Muchas veces	Muchas veces
	Trabajo-todos	68 26,36%	72 27,91%	63 24,42%	41 15,89%	14 5,43%	Solo alguna vez	Solo alguna vez
COLEGAS	¿Es duro trabajar con colegas?	9 20,93%	11 25,58%	17 39,53%	4 9,30%	2 4,65%	Algunas veces	Algunas veces
	¿Es frustrante trabajar con colegas?	13 30,23%	16 37,21%	9 20,93%	3 6,98%	2 4,65%	Solo alguna vez	Solo alguna vez
	¿Trabajar con colegas consume tu energía?	12 27,91%	12 27,91%	13 30,23%	3 6,98%	3 6,98%	Solo alguna vez	Algunas veces
	¿Sientes que das más que recibes cuando trabajas con colegas?	7 16,28%	12 27,91%	12 27,91%	8 18,60%	4 9,30%	Algunas veces	Algunas veces
	¿Estás cansado de trabajar con colegas?	15 34,88%	15 34,88%	9 20,93%	2 4,65%	2 4,65%	Solo alguna vez	Nunca
	¿A veces te preguntas cuánto tiempo podrás continuar trabajando con colegas?	21 48,84%	12 27,91%	5 11,63%	4 9,30%	1 2,33%	Solo alguna vez	Nunca
	Colegas-todos	77 29,84%	78 30,23%	65 25,19%	24 9,30%	14 5,43%	Solo alguna vez	Solo alguna vez

ESTUDIANTES	¿Es duro trabajar con estudiantes?	10 23,26%	21 48,84%	9 20,93%	2 4,65%	1 2,33%	Solo alguna vez	Solo alguna vez
	¿Es frustrante trabajar con estudiantes?	16 37,21%	15 34,88%	8 18,60%	3 6,98%	1 2,33%	Solo alguna vez	Nunca
	¿Trabajar con estudiantes consume tu energía?	12 27,91%	19 44,19%	8 18,60%	4 9,30%	0 0%	Solo alguna vez	Solo alguna vez
	¿Sientes que das más que recibes cuando trabajas con estudiantes?	9 20,93%	10 23,26%	9 20,93%	10 23,26%	5 11,63%	Algunas veces	Solo alguna vez
	¿Estás cansado de trabajar con estudiantes?	30 69,77%	8 18,60%	2 4,65%	3 6,98%	0 0%	Nunca	Nunca
	¿A veces te preguntas cuánto tiempo podrás continuar trabajando con estudiantes?	30 69,77%	6 13,95%	6 13,95%	1 2,33%	0 0%	Nunca	Nunca
Estudiantes-todos	107 41,47%	79 30,62%	42 16,28%	23 8,91%	7 2,71%	Solo alguna vez	Nunca	

Llegados a este punto, el grado de fatiga física y psíquica y el agotamiento experimentado por el encuestado, definido por Kristensen et al. <sup>4</sup> en cada una de las subescalas estudiadas en este cuestionario, tan sólo aparece en contadas ocasiones, al destacar los resultados de *Algunas veces* de forma **General**, si bien en cuanto a las relaciones en el **trabajo** y con la relación entre **colegas solo alguna vez**, siendo *Nunca* el término que más se repite cuando se pregunta acerca de la relación con los **estudiantes** (Moda).

Un trabajo previo realizado con este mismo colectivo <sup>6</sup>, evaluó este síndrome mediante el uso del Maslach Burnout Inventory, MBI <sup>7</sup>. En este cuestionario, la metodología evaluó tres dimensiones para definir este Síndrome de Burnout: agotamiento o cansancio emocional, despersonalización y realización personal. Si bien el grado de participación fue menor que el actual, el grado de satisfacción mostrado, en lo que a realización personal se refiere, fue muy alto. Este factor está muy relacionado con el **trabajo** y las relaciones personales, sean entre colegas o con estudiantes. Se puede asociar a la magnífica relación mostrada, en especial con las tareas docentes y las relaciones con los estudiantes, lo que vuelve a sugerir el alto nivel de implicación del profesorado de esta titulación, claramente vocacional. Del mismo modo, la Despersonalización, tampoco se manifestó, siendo, en caso contrario, la causa directa de los factores estresantes en el ambiente laboral. Tan sólo un porcentaje global ligeramente cercano al 50% fue objeto de atención, sugiriendo cierta vulnerabilidad. Esta circunstancia podría estar relacionada con los resultados obtenidos de *Algunas veces*, que vuelven a resaltar las circunstancias *Generales* como las más sensibles a la hora de hacer un seguimiento en próximos estudios.

#### 4. CONCLUSIONES

Se trata de un segundo estudio del Síndrome de Burnout entre el PDI adscrito al Grado de Veterinaria de la ULPGC. El nivel de participación ha superado al primer estudio y, para esta ocasión, se ha utilizado el Cuestionario del Síndrome de Burnout de Copenhague con la idea de comparar los resultados respecto al Maslach Burnout Inventory utilizado previamente.

Los resultados obtenidos arrojan luz, una vez más, acerca de la clara actitud vocacional del profesorado de la Titulación del Grado en Veterinaria, destacando especialmente en cuanto a la relación con los estudiantes.

Pero se hace necesario un estudio a mayor escala que permita estudiar los factores con mayor profundidad y establecer correlaciones entre los resultados obtenidos, con el objetivo de conseguir un modelo que permita representar mejor la realidad del síndrome de Burnout en el personal docente e investigador de la Universidad, que sea extrapolable al resto de las titulaciones.

## 5. REFERENCIAS

- [1] C. Sestili *et al.*, “Reliability and use of Copenhagen burnout inventory in Italian sample of university professors.,” *Int. J. Environ. Res. Public Health*, vol. 15, no. 1708, 2018.
- [2] P. A. Collado, C. B. Soria, E. Canafoglia, and S. A. Collado, “Health and working conditions of high school and university teachers in Mendoza: Between commitment and emotional distress.,” *Salud Colect.*, vol. 12, pp. 203–220, 2016.
- [3] Slate, “CSIF exige a Trabajo que incorpore ya el Síndrome de burnout en el cuadro de enfermedades profesionales.,” 2022. [Online]. Available: <https://www.csif.es/contenido/nacional/general/335538>.
- [4] T. S. Kristensen, M. Borritz, E. Villadsen, and K. B. Christensen, “The Copenhagen burnout inventory: A new tool for the assessment of burnout.,” *Work Stress*, vol. 19, no. 3, pp. 192–207, 2005.
- [5] R. E. Molinero, G.-Q. H. Basart, and L. S. Moncada, “Validation of the Copenhagen burnout inventory to assess professional burnout in Spain.,” *Rev. Española Salud Pública*, vol. 87, pp. 165–179, 2013.
- [6] E. González-Rodríguez, C. D. González-Díaz, O. M. González-Díaz, and E. Rodríguez-Ponce, “Síndrome de Burnout en los cuerpos docentes universitarios. Primer estudio en el Grado de Veterinaria de la ULPGC.,” in *Innoeducatic*, 2022.
- [7] C. Maslach and S. E. Jackson, *The Maslach Burnout Inventory*, 2nd ed. Palo Alto, CA: Consulting Psychologists Press, 1986.



# Pulsa para comenzar una aventura: la identidad digital del jugador en la construcción de experiencias gamificadas

Martín-Rodríguez, Iván\*<sup>a</sup>, Pellejero Silva, Mónica<sup>a</sup>, Lomba Pérez, Ayose<sup>a</sup>

<sup>a</sup>Universidad del Atlántico Medio, Carretera de Quilmes, 37 Tafira Baja 35017,  
Las Palmas de Gran Canaria

## RESUMEN

Diseñar juegos y experiencias gamificadas en contextos educativos requiere de un conocimiento previo sobre los perfiles de jugador que hay presentes en el aula. Varios autores respaldan esta idea y proponen la personalización de la gamificación según los perfiles de los jugadores. Nuestro objetivo, partiendo de la taxonomía de Bartle y de las aportaciones de posteriores autores, es hallar perfiles de jugador de videojuegos como base para explorar futuras gamificaciones. Mediante metodología cualitativa se ha contado con 20 estudiantes universitarios repartidos en tres grupos focales en los que se preguntaron aspectos relacionados con la clasificación de videojuegos y jugadores, preguntas sobre experiencia de juego y preguntas sobre moral y ética en el juego. Para la grabación de los grupos de discusión se utilizó el programa OBS Studio y un plug-in desarrollado en lenguaje LUA para registrar los códigos de tiempo, mientras que para la categorización se usó el software NVIVO 12. Como resultado, se obtuvo un total de 11 categorías, entre las cuales se encontró la categoría “Perfil de jugador” con 137 evidencias. De entre los perfiles encontramos 7 subcategorías: jugador “tóxico”, jugador “tryhard”, jugador “competitivo”, jugador “casual”, jugador “coacher”, jugador “troll” y jugador “support”. Los perfiles resultantes se deben tener en cuenta a la hora de adaptar las gamificaciones para mejorar los objetivos de aprendizaje propuestos en estas dinámicas.

**Palabras clave:** Educación; Gamificación; Videojuegos; Metodología cualitativa; TIC; Innovación educativa; Aprendizaje basado en juegos

## 1. INTRODUCCIÓN

Según Gil-Acírón<sup>1</sup> es imperativo considerar las características psicológicas de los estudiantes con el fin de personalizar de manera efectiva el diseño de un juego y las experiencias gamificadas en un contexto de aprendizaje. Hay otros autores que apoyan esta tesis y tienen en cuenta perfiles de jugador preestablecidos en investigaciones previas para poder analizar las características concretas del grupo de alumnos y aplicar la gamificación con mayor precisión, asegurando una mayor motivación del alumnado. Tal es el caso de Gil-Alegre<sup>2</sup> que se apoya en la clasificación de Bartle<sup>3</sup> para diseñar una gamificación para la enseñanza universitaria de Tecnología Farmacéutica. Andrias<sup>4</sup> también destaca que la preferencia de un usuario por una mecánica de juego y un elemento de juego es diferente de una persona a otra, por lo que es importante personalizar la experiencia lúdica en los participantes. A pesar de la reconocida importancia de conocer el perfil del jugador que va a participar en una experiencia gamificada, sigue habiendo casos en los que esta adaptación no se lleva a cabo y se da por hecho que la aplicación de un juego en el aula mediante el uso o no de la tecnología ya es razón suficiente para obviar las características o perfiles de los jugadores. Lavoue<sup>5</sup> precisamente hacen hincapié en esta carencia en el sistema educativo y añaden que se sabe muy poco sobre cómo realizar dichas adaptaciones en la construcción de experiencias basadas en juego.

Por este motivo, en la presente investigación queremos abordar los diferentes perfiles de jugador que se pueden encontrar en cualquier tipo de grupo académico, tomando como punto de partida la diversidad de acciones, interacciones, comportamientos y reacciones de los estudiantes en el entorno virtual de los videojuegos. La principal referencia teórica que analiza y categoriza distintos perfiles del jugador es la taxonomía de Bartle, la cual clasifica a los jugadores con base a su relación establecida en cuatro ejes: el entorno, el jugador, la acción y la interacción. Esta teoría, procedente de un estudio cualitativo a través de la observación del comportamiento de los jugadores de la comunidad de videojuegos tipo MUD (Multi User Dungeon), ha sentado las bases de posteriores estudios que cruzan perfiles de la personalidad con este modelo de clasificación de los jugadores de videojuegos, no obstante, el modelo taxonómico necesita ser actualizado de

forma que tenga en cuenta los diversos factores que se han introducido en la experiencia de juego a lo largo de la última década. Estos factores son el desarrollo del juego competitivo por parte de los eSports y el avance de los MOBA (Multiplayer Online Battle Arena), la proliferación de modalidades de juego online, la avatarización extrema mediante configuradores ultra complejos de selección de personaje y las mejoras sustanciales en el diseño de mundos abiertos y narrativas fragmentadas. Estudios como el realizado por Frye<sup>6</sup>, que presenta una escala de perfil de jugador de videojuegos (PPQ) basada en la motivación e interacción del jugador; así como el artículo presentado por Khan<sup>7</sup> donde se valida una escala sobre tipologías de jugador de videojuegos (Trojan Player Typology) centrada en el comportamiento y la motivación del usuario, utilizan más dimensiones y actualizan la taxonomía de Bartle incorporando teorías del diseño de videojuegos como la MDA (Mechanics, Dynamics, Aesthetics) de Hunnicke<sup>8</sup> o la de Klug & Schell<sup>9</sup>, que introduce la figura del “performer”, el “joker” o el “director”. Toda esta literatura científica ha ido incorporando más detalles a una taxonomía del jugador cada vez más compleja y cercana a la realidad de los jugadores.

En nuestro estudio queremos tener en cuenta, para realizar una nueva taxonomía, la influencia que actualmente tienen aspectos como la inmersión y la construcción de una identidad digital, la cual es configurada a través de complejas redes de socialización e interacción entre jugadores a nivel offline y online. Parte de la innovación educativa en el diseño de experiencias gamificadas se basa en comprender a qué niveles está evolucionando dicha autopercepción, que luego es decisiva en los roles que los jugadores adoptan en las propuestas didácticas y los comportamientos que tienen unos con otros. Partimos de la base de que un jugador tiene un comportamiento dentro del juego que no tiene por qué vincularse al que comporta en un contexto no lúdico. Es por ello que el videojuego es un recurso que supone una ayuda fundamental a la hora de identificar estas identidades digitales y sus consecuentes rasgos o perfiles dentro de una gamificación.

## 2. MÉTODO

### 2.1 Participantes

Con el objetivo de tener un número de evidencias suficiente para poder realizar un buen análisis cualitativo, se realizaron tres grupos de discusión con un total de 20 participantes. Todos ellos alumnos universitarios de las titulaciones: Grado en Comunicación, Grado en Administración y Dirección de Empresas, Grado en Cine, Técnico Superior en Diseño de Videojuegos y Grado en Informática. Aunque se trató de alcanzar la mayor paridad posible, el 75% fueron chicos y el 25% chicas. En cuanto a la edad de los participantes está comprendida entre los 18 y los 23 años, con una media de edad de 20,4 años. En cuanto a las titulaciones, el 70% pertenecen al Título Universitario Superior en Diseño de Videojuegos, el 15% son del Grado en Comunicación y 5% restante está repartido entre los Grados en Cine, Administración y Dirección de Empresas, e informática. Con relación al diseño de los grupos de discusión, todos son jugadores de videojuegos con una frecuencia de juego regular.

*Tabla 1 Perfil de los participantes de la investigación cualitativa.*

<b>Variables</b>		<b>Frecuencia</b>	<b>Porcentaje</b>
Sexo	Chico	15	75%
	Chica	5	25%
Estudios	Grado en Comunicación	3	15%
	Grado en ADE	1	5%
	Grado en Cine	1	5%
	Título Superior en Diseño de Videojuegos	14	70%
	Grado en Informática	1	5%
Edad	18	1	5%
	19	5	25%
	20	5	25%
	21	5	25%
	22	2	10%
	23	2	10%

## 2.2 Instrumentos

Para la realización de los grupos de discusión se utilizó la aplicación OBS Studio (Open Broadcaster Software) y un plugin desarrollado en lenguaje LUA para registrar los códigos de tiempo. Posteriormente, para el tratamiento de los datos se usó el programa NVIVO 12. Con este software se crearon los diferentes casos con sus respectivos atributos y se clasificaron los nodos o categorías y subcategorías a medida que se iba leyendo cada documento de transcripción en el propio programa. Una vez realizada la categorización se extrajeron los datos en formato tabla contabilizando número de evidencias y nivel de intervención de cada participante.

## 2.3 Procedimiento

Para el diseño de los grupos de discusión se fijaron unos criterios de heterogeneidad y homogeneidad de los grupos. En cuanto a los de homogeneidad, el que todos sean estudiantes universitarios y jugadores de videojuegos; en cuanto a los de heterogeneidad, que los participantes no sean todos del mismo sexo, tratando de buscar la mayor paridad posible, y que tengan diferentes niveles de dedicación al juego, desde jugadores que compiten semi profesionalmente hasta jugadores amateurs. Una vez puesta en práctica una experiencia piloto, nos dimos cuenta de que aquellos jugadores con un mayor nivel de dedicación a los videojuegos tenían a monopolizar el grupo de discusión, mientras que los jugadores amateurs apenas aportaban evidencias. Fue por ello que se decidió adaptar el criterio del nivel de juego de los participantes, de manera que todos, pese a sus diversos niveles de dedicación y rendimiento de juego, fueran jugadores habituales de videojuegos. Esto provocó que descendiera el número de mujeres participantes en los grupos de discusión, ya que hay menos jugadoras de videojuegos con un hábito de juego regular.

Una vez confeccionados los grupos, se estableció un protocolo de pasos para favorecer un buen rendimiento del debate y una mayor facilidad a la hora de realizar las transcripciones. Este procedimiento consistió primero en informar a los participantes de cómo es la sesión, del motivo por el que se realiza el grupo focal y de que, pese a que serían grabados en audio, su colaboración estaría registrada de forma anónima, ya que sus nombres no aparecerían en las transcripciones. Se les hizo llegar un consentimiento informado para firmar antes de empezar y, una vez leído y aceptado, se les asignó un número para poder sustituir el nombre del participante en las transcripciones.

Las preguntas para el grupo de discusión se diseñaron de manera semiestructurada, de manera que hubiera bloques temáticos con preguntas concretas, pero de carácter muy abierto, para facilitar el debate, la participación y las intervenciones. La labor del moderador se limitó a hacer avanzar las cuestiones y reconducir aquellas que se podían salir de la temática o que podían encaminarse a una redundancia de temas. En cuanto a la naturaleza de las preguntas del grupo focal, se dividieron en tres grupos: preguntas sobre clasificación de videojuegos y jugadores, preguntas sobre experiencia de juego y preguntas sobre moral y ética en el juego.

Una vez empezada la grabación en los grupos de discusión, se utilizó OBS para hacer una realización en directo en la que pudo registrar la marca de tiempo de cada una de las intervenciones de los participantes ya codificados en directo, el cual quedaría registrado en un Excel. De esta manera, la transcripción se pudo llevar a cabo más fácilmente al tener constancia de qué participante hablaba en cada momento.

## 3. RESULTADOS

Después de realizar las transcripciones de los tres grupos de discusión se estableció un sistema de categorías y subcategorías a partir de las evidencias obtenidas de cada participante o caso. Mostramos, a continuación, cuáles fueron las que se hallaron del global de casos e intervenciones, con el número de veces que se evidenció cada una de estas categorizaciones:

*Tabla 2 Desglose de categorías y subcategorías y el número de evidencias (parte I)*

<b>Categorías Desglosadas</b>	<b>Evidencias por categoría y subcategoría</b>
<b>Comunidad</b>	<b>6</b>
Influencers	2
Plataformas de streaming	3

Tabla 3 Desglose de categorías y subcategorías y el número de evidencias (parte II)

<b>Categorías Desglosadas</b>	<b>Evidencias por categoría y subcategoría</b>
<b>Estética</b>	<b>4</b>
Estilo artístico	3
Fotografía	3
Indie	1
Triple A	1
<b>Ética</b>	<b>3</b>
Agresividad y violencia	9
Machismo	14
Racismo o xenofobia	3
<b>Experiencia de juego</b>	<b>18</b>
Anonimato	8
Desconectar	4
Diversión	27
Enganche	2
Entretenido	2
Frustración	19
Invertir tiempo	38
Juego competitivo	27
Juego offline	5
Juego online	18
Jugar en compañía	3
Multijugador	48
Pasar miedo	6
Single player	30
<b>Gameplay</b>	<b>3</b>
Acción aventura	1
Arcade	6
Aventura gráfica	2
Deportivo	1
Hack and Slash	4
Juego de miedo	9
Juego tipo party	2
MMORPG	3
MOBA	5
Puzle	2
RPG	5
Sandbox	1
Shooter	18
Simulador	8
Soullike	8

Tabla 4 Desglose de categorías y subcategorías y el número de evidencias (parte III)

<b><u>Categorías Desglosadas</u></b>	<b><u>Evidencias por categoría y subcategoría</u></b>
<b>Inmersión</b>	<b>21</b>
Diseño de la IA	2
Gráficos	12
Lore	7
Música	4
Narrativa	31
Personajes	7
Sonido	5
<b>Jugabilidad</b>	<b>11</b>
Controles	3
Dificultad	8
Diseño de interfaces	6
Mecánicas	17
<b>Monetización en videojuegos</b>	<b>15</b>
Free to play	5
Gachapón	6
Lootboxes	2
Microtransacciones	2
Pay to win	4
Skins	4
<b>Perfil de jugador</b>	<b>2</b>
Jugador coacher	20
Jugador casual	16
Jugador competitivo	23
Jugador support	13
Jugador tóxico	26
Jugador troll	17
Jugador tryhard	20
<b>Retronarratividad</b>	<b>3</b>
Aprendizaje	2
Avatarización	9
Libertad	4
Personalización	0
<b>Set up</b>	<b>6</b>
Confort	18
Consola	9
Periféricos	13
Rendimiento del equipo informático	7

Como podemos observar hay un total de 11 categorías diferentes, siendo la categoría “Comunidad” la que menos subcategorías tiene, recogiendo solo dos, “Influencers” y “Plataformas de streaming”; y la categoría de “Perfil de jugador” la que más subcategorías tiene asociadas, con un total de 15. Debemos aclarar que el número que aparece en la línea de la categoría hace referencia al número de evidencias que se asocia a la categoría en líneas generales, sin poder ubicar dichas referencias a alguna de sus subcategorías. En la siguiente tabla podemos ver el peso de cada categoría con el número de evidencias totales por cada una de ellas, sumando las de sus respectivas subcategorías.

Tabla 5 Categorías, número de evidencias y porcentajes

Categorías	Nº de evidencias	Porcentajes (%)
Experiencia de juego (EXP)	255	33,38%
Perfil de jugador (PJU)	137	17,93%
Inmersión (INM)	88	11,52%
Gameplay (GAM)	78	10,21%
Set up (SET)	53	6,94%
Jugabilidad (JUG)	45	5,89%
Monetización en videojuegos (MON)	38	4,97%
Ética (ETI)	29	3,80%
Retronarratividad (RET)	18	2,36%
Estética (EST)	12	1,57%
Comunidad (COM)	11	1,44%
<b>TOTAL</b>	<b>764</b>	<b>100%</b>

En el siguiente gráfico puede visualizarse el peso de las diferentes categorías en los grupos focales realizados:

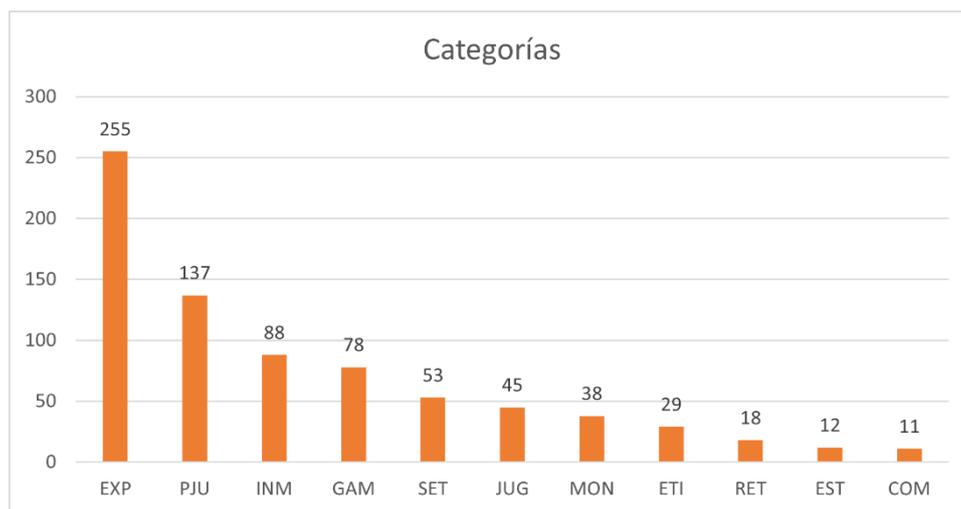


Figura 1 Pesos de las categorías por número de evidencias

Centrándonos en nuestro objeto de estudio, que es el perfil de jugador como base para construir futuras experiencias gamificadas, procedemos a explicar la categoría homónima que ha resultado del análisis cualitativo. Esta categoría se compone de 7 subcategorías, que son los diferentes perfiles obtenidos y que, en total, suman 137 evidencias. Procedemos a detallar dicha categoría y sus subcategorías por orden de mayor a menor número de aportaciones:

**Categoría “Perfil de jugador”:** define el estilo de juego de un jugador durante la mayoría de sus partidas, así como un rol o actitud que toma a la hora de interactuar tanto con el propio sistema virtual del juego como con los otros jugadores. De esta categoría se desglosan, como subcategorías, 7 perfiles de jugador: *Coacher, Casual, Competitivo, Support, Tóxico, Troll* y *Tryhard*.

**Subcategoría “Jugador tóxico” (26 evidencias):** un jugador tóxico es aquel que tiende a mostrarse agresivo, violento y carente de autocontrol durante el juego, insultando a otros jugadores, haciendo bullying o pagando la frustración y el mal perder con los demás e incluso con su propio equipo:

*P15: “Sí que es cierto que hay jugadores tóxicos, que son igual de tóxicos en persona, pero sí, es verdad que mucha gente al estar detrás de una pantalla, detrás de un personaje, con un micrófono, como que son más valientes por así decirlo a insultar al resto y machacar a todo el mundo. Como que está delante de una pantalla y se olvidan de que son personas, o dicen: bueno soy el rey de esto.”*

**Subcategoría “Jugador competitivo” (23 evidencias):** el jugador competitivo tiene como objetivo principal demostrar su valía escalando posiciones con respecto a otros jugadores. No juega para divertirse sino para ganar, incluso si el juego no es marcadamente competitivo o no hay nada en juego.

*P01: “Yo lo tengo clarísimo, siempre mi objetivo en los juegos es llegar, si es posible, a la dificultad máxima. Por ejemplo, yo ahora mismo, en el Valorant (que estoy jugando últimamente, por eso lo nombro tanto), hace mes y medio era plata y ahora soy platino. He subido unos seis rangos en un mes y medio. Y es por eso, porque intento matarme a jugar competitivo y a llegar a lo máximo. Igual que en otro tipo de juegos, puede ser Hack and Slash, juegos de farmeo, llegar a lo máximo si es posible, llegar a lo máximo o petarlo.”*

**Subcategoría “Jugador tryhard” (20 evidencias):** de forma similar al jugador competitivo, el jugador tryhard también se toma en serio el juego, no obstante, su objetivo no tiene por qué ser ganar o escalar en un ranking. La meta de un tryhard consiste en llevar al límite las posibilidades dentro del juego, incluyendo la consecución de retos personales como pasarse el juego sin perder ni una sola vez, lograr récords y pulir las mecánicas para hacerlo lo mejor posible. Los jugadores tryhard también llevan la exigencia a terrenos periféricos al juego, siendo los más consumistas y asiduos a invertir dinero del juego para obtener los recursos que otros no tienen.

*P06: “Yo también me definiría como jugador Tryhard. Al final, yo, por ejemplo, cuando juego una MMO soy de las personas que se pegan. O sea, a lo mejor acaba de salir y yo me pego desde que me despierto hasta que me duermo jugando sin parar, me hago listas del mercado, de lo que está bien para vender en ese momento y cosas así. Estoy todo el rato mirando al ranking. Así que sí, yo creo que sí podría considerarme alguien que cuando juegas se centra mucho en ser el mejor o intentarlo.”*

**Subcategoría “Jugador coacher” (20 evidencias):** el jugador coacher es un analista, disfruta repasando jugadas, haciendo números en aquellos juegos que se basan en estadísticas, tanto para beneficiarse y generar un buen juego, como para ayudar a otros a crecer y mejorar. En esta evidencia podemos ver cómo el jugador hace referencia a las estadísticas (stats), gráficos y uso de programas específicos de entrenamiento para progresar.

*P13: “Al final es la misma mecánica y como, aunque tú no lo veas, y no veas los stats que se van subiendo, cuando tu game va mejorando si utilizas programas, lo puedes ver, puedes ver que cuando practicas en el... ¿cómo se llama el programa? El Aim lab, que te pone los porcentajes, te pone el grafiquito tal... eso son como los stats propios.”*

**Subcategoría “Jugador troll” (17 evidencias):** el jugador troll es aquel que se toma a broma los videojuegos y los juegos en general. Tiende a no prestar atención o esforzarse en ganar, siendo su principal objetivo bromear, jugar con el propio juego, romper las normas e incluso molestar a otros jugadores. Un jugador troll no va a dedicarle tiempo a aspectos como la personalización, avatarización o construcción narrativa de personajes, y en caso de hacerlo, siempre con el propósito de hacer el ridículo o provocar la risa.

*P06: “Quizás entonces pues sí podemos decir que existen las personas que se divierten... que podremos decirlo como troll, se divierten en los juegos molestando al resto de jugadores, sean de ámbitos competitivos o no competitivos.”*

**Subcategoría “Jugador casual” (16 evidencias):** se trata de un perfil que no quiere complicaciones a la hora de jugar, sin llegar a tomarse a broma el juego. Es un tipo de jugador que tiende a jugar poco y cuando lo hace, prefiere hacerlo con videojuegos sencillos que no requieran mucho tiempo y esfuerzo.

*P19: “Creo que soy un jugador casual porque entre la universidad, tener que hacer trabajos, tiempo libre... pues no tienes. El tiempo que tienes para jugar, es decir, voy a jugar un rato como decía... voy a ver un episodio de una serie... pues igual me lo tomo de esa manera y juego más relajado.”*

**Subcategoría “Jugador support” (13 evidencias):** el jugador support disfruta ayudando a los demás, tiende a ser quien apacigua los conflictos en los juegos competitivos y encaja muy bien las derrotas. Para un jugador support lo principal es formar parte de un grupo o comunidad, sentirse útil para el resto y socializar aprovechando las conexiones que ofrece el entorno online.

*P02: “Dentro del campo de juegos que yo frecuento pues diría que soy más bien support. Pues yo principalmente intento, como quien dice, construir mis bases y cuando yo me considere que yo soy buena pues sí ayudo a los demás. Por ahora no he llegado a ese nivel, pero acepto toda la ayuda que pueda, si alguien quiere venir a mi mundo a coger cosas no me importa, la verdad es que soy una jugadora dentro de ese campo muy chill yo voy a mi rollo, si alguien quiere venir que venga, si no, pues que se quede en su sitio.”*

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los resultados del análisis cualitativo reflejan un espectro de perfiles de jugador de videojuegos que son extrapolables al juego llevado a cabo en el aula en el marco de una experiencia gamificada. Dicho espectro abarca desde perfiles que podemos denominar como negativos, por su carácter intrínseco, como el tóxico o el troll; hasta perfiles que podemos ubicar dentro de una actitud positiva, como el jugador de apoyo o support y el jugador casual, que es capaz de jugar disfrutando sin mayores pretensiones. En medio del espectro están los perfiles que reflejan las ganas de aprender, mejorar y demostrar conocimientos y habilidades, como el tryhard, el competitivo o el coacher, tipologías de jugador que, en este espectro actitudinal, pueden inclinarse hacia un lado u otro de la balanza en función de cómo se trabaje con ellos en el diseño de la gamificación. Haciendo una comparativa con la taxonomía de Bartle, vemos que sigue presente la figura del “killer” en el jugador tóxico e incluso en el jugador tryhard y competitivo, siempre y cuando aspectos como la ambición o la autoexigencia se lleven hacia extremos que caen en la falta de autocontrol. El socializador también se puede homologar en el perfil del support, pero el resto de las tipologías de la taxonomía de Bartle ya empiezan a no conectar con lo que resulta de la presente investigación. Klug y Schell introducen el perfil de jugador “joker” que tiene coincidencia con el rasgo “troll” que aparece en este estudio. En cuanto a los perfiles “competitivo” y “casual”, estos son recogidos en estudios que dicotomizan o entienden la clasificación de jugadores por su nivel de compromiso o dedicación al juego, como hacen Hedlund<sup>10</sup> y Potard<sup>11</sup>.

Estos perfiles de jugador de videojuegos obtenidos en la investigación deben tenerse en cuenta a la hora de realizar el diseño de una gamificación, puesto que es muy probable que estén proporcionalmente presentes en cualquier grupo de estudiantes. En primer lugar, detectar posibles jugadores tóxicos hará que se necesite un trabajo previo con el grupo para que se puedan prevenir situaciones de conflicto en el aula. Aunque pudiera haber una relación directa, un jugador tóxico no tiene por qué ser necesariamente una persona con actitudes violentas o agresivas fuera del juego, como manifiestan algunos de los participantes en el grupo de discusión al alegar que el contexto de juego y competición les hace cambiar incluso hasta parecer, en palabras de amigos y familiares, “otras personas”. Quizás la gamificación en un grupo con jugadores potencialmente tóxicos deba optar por dinámicas más relajadas y formaciones grupales en las que se evite que coincidan estos perfiles juntos. En cuanto a los competitivos, tryhard y coachers, pueden ser aprovechados para lograr alcanzar objetivos de aprendizaje ambiciosos y fomentar la participación en proyectos de larga duración, ya que estos perfiles podrían contribuir a mantener la motivación y el estímulo de los participantes, incluso que son menos competitivos. En grupos donde abundan los tryhard y coachers el diseño de recompensas debe cuidarse especialmente para favorecer la implicación de estos alumnos y un efecto de bola de nieve. También debe cuidarse el diseño de experiencias que puedan dar muchos incentivos a que los jugadores “trolls” exploten su faceta dinamitadora en las actividades. Como con los jugadores tóxicos, los “trolls” deberían ser detectados en dinámicas previas y trabajar con ellos y el grupo antes, conociendo sus centros de interés para que se tomen en serio las propuestas. Por último, los jugadores de perfil “support” son

fundamentales como elementos de cohesión en las dinámicas al reducir el efecto que tienen los alumnos que pueden ocasionar conflictos en el aula.

Como conclusión, para que una gamificación se pueda llevar a cabo con éxito, es fundamental analizar el perfil de jugador de los alumnos que integran la experiencia, de manera que se pueda hacer una adaptación para cada grupo o clase. Una gamificación que se realiza de forma predeterminada tiene probabilidades más altas de fracasar cuando no tiene en cuenta las características de los alumnos, no desde el punto de vista de la actitud observada en clase, sino desde el punto de vista de la actitud como jugadores. Se ha demostrado que la prolongación de los sistemas gamificados implican fatiga de los participantes y pérdidas de interés si se prolongan en el tiempo, sobre todo si están basados en sistemas básicos de puntuación, medallas y ranking<sup>12</sup>. No obstante, aquellos que hacen uso de sistemas gamificados soportados en elementos narrativos son más duraderos y efectivos tal y como indica<sup>13</sup> cuando indica que con ello, se ayuda a superar el punto de fatiga y a estimular las motivaciones intrínsecas de aprendizaje. Para crear narrativas adaptadas al perfil de alumnado presente en el aula se hace necesario el uso de escalas de clasificación como la presentada para poder aumentar la probabilidad de conseguir una motivación intrínseca a partir de la gamificación narrativa generada con esta clasificación.

Como línea futura de esta investigación se propone el diseño y validación de una escala que articule una herramienta de clasificación de jugadores adaptada a las necesidades más recientes en el mundo docente. El desarrollo eficaz de una herramienta de esta naturaleza puede contribuir al éxito de experiencias basadas en innovación educativa que tengan en su núcleo de funcionamiento el uso de elementos nativos del juego o videojuegos como pueden ser la gamificación, el aprendizaje basado en juegos, o técnicas como los *scape rooms* o *breakouts*. Asimismo, se propone reforzar dicha escala con la repetición de un análisis cualitativo más voluminoso en número de casos, recogiendo información en diferentes sectores formativos y laborales con jugadores de edades diversas. Se aprovecharía, además, este nuevo estudio para hacer un previo cuestionario a los participantes antes de comenzar la grabación y obtener de ellos un mayor número de datos sociodemográficos. Para los nuevos *focus group* se tendría en cuenta una heterogeneidad más amplia, abordando grupos de jugadores de perfil profesional y grupos de jugadoras, tanto profesionales, como semiprofesionales y amateurs. De este modo, se podría trabajar sobre metodología mixta y realizar referencias cruzadas generando tablas dinámicas o multidimensionales.

## REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] L. A. Gil-Aciron, “The gamer psychology: A psychological perspective on game design and Gamification,” *Interactive Learning Environments*, 1–25 (2022) [doi:10.1080/10494820.2022.2082489].
- [2] M. E. Gil-Alegre et al., “Gamification and players profiling as an educational strategy within pharmaceutical technology,” *INTED Proceedings (2020)* [doi:10.21125/inted.2020.2449].
- [3] Hearts, clubs, diamonds, spades: Players who suit muds, <[https://www.researchgate.net/publication/247190693\\_Hearts\\_clubs\\_diamonds\\_spades\\_Players\\_who\\_suit\\_MUDs](https://www.researchgate.net/publication/247190693_Hearts_clubs_diamonds_spades_Players_who_suit_MUDs)> (accessed 21 September 2023).
- [4] R. M. Andrias, M. S. Sunar, and S. L. Sondoh, “Adaptive gamification: User/player type and game elements mapping,” *Lecture Notes of the Institute for Computer Sciences, Social Informatics and Telecommunications Engineering*, 242–256 (2022) [doi:10.1007/978-3-030-99188-3\_15].
- [5] E. Lavoue et al., “Adaptive gamification for Learning Environments,” *IEEE Transactions on Learning Technologies* 12(1), 16–28 (2019) [doi:10.1109/tlt.2018.2823710].
- [6] J. M. Frye et al., *Video game player profiles: Bridging Industry, game studies and Social Science Perspectives* (2013).
- [7] S. Kahn et al., “The trojan player typology: A cross-genre, cross-cultural, behaviorally validated scale of video game play motivations,” *Computers in Human Behavior* 49, 354–361 (2015) [doi:10.1016/j.chb.2015.03.018].
- [8] MDA: A formal approach to game design and Game Research, <[https://www.researchgate.net/publication/228884866\\_MDA\\_A\\_Formal\\_Approach\\_to\\_Game\\_Design\\_and\\_Game\\_Research](https://www.researchgate.net/publication/228884866_MDA_A_Formal_Approach_to_Game_Design_and_Game_Research)> (accessed 21 September 2023).
- [9] Person, J. G. Christopher, and S. Klug, “Chapter 7 why people play games: An industry perspective: 9: Playing,” *Taylor & Francis*, 12 October 2012,

- <<https://www.taylorfrancis.com/chapters/edit/10.4324/9780203873700-9/chapter-7-people-play-games-industry-perspective-christopher-klug-jesse-schell>> (accessed 21 September 2023). P. Vorderer and J. Bryant, *Playing video games motives, responses, and consequences*, Lawrence Erlbaum Associates, Mahwah, NJ (2006).
- [10] David P. Hedlund (2023) A Typology of Esport Players, *Journal of Global Sport Management*, 8:2, 460-477, DOI: 10.1080/24704067.2021.1871858
- [11] Potard, C., Henry, A., Boudoukha, A.-H., Courtois, R., Laurent, A., & Lignier, B. (2020). Video game players' personality traits: An exploratory cluster approach to identifying gaming preferences. *Psychology of Popular Media*, 9(4), 499–512. <https://doi.org/10.1037/ppm0000245>
- [12] Palomino, P., Toda, A., Oliveira, W., Rodrigues, L., Cristea, A., Isotani, S., “Exploring content game elements to support Gamification Design in educational systems: Narrative and storytelling,” *Anais do XXX Simpósio Brasileiro de Informática na Educação (SBIE 2019)* (2019).
- [13] Makakenko, Y. A., “Gamification and narrative practices in modern education,” *Koinon* 3(3–4), 88–97 (2022).

# Some tips for raising cultural awareness in the English as a Foreign Language classroom

Cathaysa Santana Rodríguez

Department of Modern Philology, Translation and Interpreting. University of Las Palmas de Gran Canaria, C. Pérez del Toro, 1, 35003 Las Palmas de Gran Canaria, Las Palmas, Spain

## ABSTRACT

This paper outlines the importance of developing English as a Foreign Language students' cultural awareness. It argues that cultural competence is central for the success of all types of foreign language learners in any communicative situation. Thus, in addition to developing students' linguistic skills, teachers need to help them become aware of intercultural differences.

After justifying the crucial role of this component through a short literature review, I will provide some practical strategies for raising English as a Foreign Language students' cultural awareness in the classroom, based also on my own teaching experience at the faculties of Philology and Translation and Interpreting. I will give special attention to its relevance in the cases of both types of students, future general English as a Foreign Language teachers and would-be translators.

**Keywords:** Culture, (inter)cultural awareness, English as a Foreign Language teaching and learning, class strategies

## 1. INTRODUCTION

Since the 80s the field of foreign language teaching has experienced a greater emphasis on students' acquisition of functional skills in the target language. With the consolidation of the communicative language teaching methodologies, it became obvious that the main purpose for us, English as a Foreign Language (EFL) teachers, is to enable students to understand and express themselves in that language in an appropriate manner, in accordance with specific communicative situations and with the sociocultural parameters of the context.

As language users, we all know that “communication involves more than the words that are actually spoken” [1]. It is a fact that knowing the grammar and the vocabulary of the language does not mean that we can always correctly interpret the full meaning and communicative intent of the speaker. When Canale and Swain [2] proposed their concept of communicative competence, they stated that in order to master a language, it was necessary to master four interrelated sub-competences, namely, linguistic competence, sociolinguistic competence, discourse competence and strategic competence. Later on, they added sociocultural competence and social competence, since social skills and cultural values are directly linked both to the language and to its use. This means that, as teachers of English, we must be aware that, at the same time that we introduce grammatical, lexical, and phonetic content in our language sessions, it is also important to bring students closer to the basics of the cultural elements in the Anglosphere.

In fact, the Council of Europe, by publishing the *Common European Framework of Reference for Languages: Learning, Teaching, Assessment* [3] highlighted the relevance of a number of competences which are not purely linguistic, yet constitute crucial aspects for successful language teaching and learning. They are sociolinguistic competence, sociocultural competence and (inter)cultural awareness. Interestingly, this well-known document also highlights the major impact that cultural environments have in the construction of all the abilities students need to develop.

Accordingly, “the Common European Framework of Reference for Languages (CEFR) underlines the need to provide a common basis for the elaboration of language syllabuses, curriculum guidelines, examinations, textbooks, etc. across Europe.” Likewise, “it describes in a comprehensive way what language learners have to learn to do in order to use a language for communication and what knowledge and skills they have to develop so as to be able to act effectively.” It “also defines levels of proficiency which allow learners’ progress to be measured at each stage of learning and on a life-long basis.” Last but not least, the Common European Framework of Reference for Languages also includes “the cultural context in which language is set” [3].

Following a qualitative approach, this paper intends to contribute to giving a clearer picture of the basic strategies that should guide our teaching performance in order to raise English as a Foreign Language learners’ cultural awareness. For this, I will start with a short justification of the need to promote intercultural competence as an important component of English as a Foreign Language university students’ communicative competence. Then, I will comment briefly on some resources that can help us raise cultural awareness in the classroom. These resources are based on recent research on the issue as well as on my own personal experience when teaching English as a Foreign Language at the Faculties of Philology and Translation and Interpreting.

## 2. THE IMPORTANCE OF CULTURE AND CULTURAL AWARENESS

Defining the term ‘culture’ is not easy. It is often thought that culture has to do with everything related to music, cinema, art, literature or history. Among the many meanings included in the Oxford English Dictionary online, there is one that defines culture as “the distinctive ideas, customs, social behaviour, products, or way of life of a particular nation, society, people, or period. Hence: a society or group characterized by such customs, etc.” As Jerrold Frank [4] put it, “the culture we belong to affects how we think, interact, communicate and transmit knowledge from one generation to another”. This author mentions anthropologist John H. Bodley’s [5] simple description of culture as “what people think, make and do” [4].

Nowadays it is commonplace that all languages are shaped by their cultural background, in such a way that those socio-cultural aspects not only constitute engaging didactic resources, but they can also help our students to go deeper in their learning process and in their knowledge of the foreign language. Kramsch [6] compared this learning process to the act of establishing what he called a “sphere of interculturality” (quoted in [4]). When trying to specify the elements of culture, Frank [4] makes reference to the document *Standards for Foreign Language Learning* [7] which provides a framework to help students to integrate “the philosophical perspectives, the behavioral practices, and the products – both tangible and intangible – of a society [7].” This has become known as the 3P model of culture, which includes the following elements:

- **Perspectives** (what members of a culture think, feel, and value)
- **Practices** (how members communicate and interact with one another)
- **Products** (technology, music, art, food, literature, etc.; the things members of a group create, share)

Much earlier, in the 70s Edward T. Hall [8] had proposed and developed what was called the “cultural iceberg analogy” whereby he compared the differences that can be readily seen “when we enter a new culture (the tip of the iceberg) and the imbedded aspects of the culture not readily visible (the submerged part of the iceberg)” (quoted in [4]). Food, literature, national costumes, traditional music and dance, specific holidays and celebrations would be examples of those cultural elements that can be easily seen, the *surface culture*; while aspects related to “notions of courtesy, body language, gestures, touching, eye contact, personal space, facial expressions, conversational patterns and the concept of time” would belong to the so-called *sub-surface culture*. Finally, there is also the *deep culture*, whose elements would be the most difficult to identify as they have to do with “unconscious values and attitudes” which tend to be “so far ingrained that people feel these are simply the ‘right’ and ‘normal’ way of doing things” [4].

Admittedly, deciding what specific approach to take in order to incorporate all these cultural elements is a real challenge for teachers, not only because most of us have not had any formal training on this particular aspect but also because “there is no universally accepted set of criteria that instructors can use as a guide” [9]. However, what is clear is that effective communication will require an in-depth knowledge of the characteristics of the culture to which a language is

linked, giving it a certain character, i.e., making it unique and differentiating it from other languages [10]. As Sagredo [10] explains, by incorporating elements related to the history and culture of the foreign language, a new dimension is being introduced into the teaching-learning process. Our teaching practice can be enriched and at the same time benefited from the integration into the curriculum of the historical and cultural aspects that surround the language. This can be done through the study of the press, the music, and the literature or even films, which will provide learning situations within a context, so that they become more natural and motivating. These cultural products will contribute to a more globalized teaching that will help our students to consider the linguistic reality as a whole made up of various parts, which perfectly fit together.

Likewise, in their seminal paper Miquel and Sans [11] also defend the intimate connection between language and culture, claiming that the fact that speakers possess certain cultural patterns generates a particular linguistic behaviour, and determines their choice of certain linguistic forms. This means that when we learn a language as a tool for communication we also learn, rather unconsciously, our social ways and cultural values. Therefore, the cultural component is an indispensable and inseparable element of our communicative competence [11]. In their opinion, cultural elements should not have a separate place in our teaching materials, nor should they be in a sort of special preserve. On the contrary, all didactic proposals that we bring to our classroom must be imbued, explicitly or implicitly, with the cultural elements. This way, students will be able to learn what exactly they are expected to say and do when using the foreign language. Needless to add that, because of its current role as the world's lingua franca, English is often used for communication between non-native speakers with very different cultural and linguistic backgrounds. This means that being culturally aware can help students worldwide to be more sensitive to possible misunderstandings and to cope with any performance difficulties in any communicative event. The key question, then, using Frank's words [4] is: "How can we incorporate cultural knowledge and understanding within the context of our English language classes?" In the following sections I will try to provide an answer.

### **3. TEACHING CULTURE IN DIFFERENT ENGLISH AS A FOREIGN LANGUAGE SETTINGS**

When teaching English as a Foreign Language we cannot forget the specific needs and the special setting where students develop their learning process. In my case, after teaching English as a subject in the UPGC faculties of Philology and Translation and Interpreting, I am aware of the debate that has been going on in recent years about some of the methodological differences that should be employed when teaching English in those two faculties. According to Hernández-Guerra and Cruz-García [12] when teaching English to Philology students, class activities tend to focus more on the grammatical and narrative aspects, more in line with the objectives set for this subject in the Faculty of Philology, whereas in the English applied to translation and interpreting classroom, it is the context of the text that is prioritized to a great extent, i.e., rather than working on the text from a grammatical and lexical point of view, the analysis is based on broader aspects, such as the function of the text, the participants in the communication process, as well as their relationship, and of course the context and the text's connection with other texts of similar characteristics.

Moreover, Hernández-Guerra and Cruz-García [12] illustrated how the same text can be exploited in different ways, recognising the fact that the objectives of both degrees differ from each other. Their findings reveal some of the differences that exist when working on an English short story with Philology students and with Translation and Interpreting students. These scholars, together with other authors [13][14][15] have claimed for the definition of a methodology adapted to students' training needs, based on the real circumstances surrounding their labour markets. In particular, they insist on "the distinguishing traits of language teaching/learning in translation training programmes" [15]. However, [12] others reclaim the legacy of philologists to the field of Translation, a sort of neglected heritage that is at the very core of this discipline, as Sabio-Pinilla [16] states, "drawing attention to the contributions that philologists have made to translation." Hernández-Guerra and Cruz-García [12] also admit that traditionally the teaching of foreign languages in the faculties of Philology and Translation and Interpreting has not always contemplated the defining features of the field. This is evidenced by the fact that the methodology employed in both faculties has often focused on oral and written communication in general contexts. In my opinion, it continues to do so in many ways, since one aim that both degrees share is the need for students to acquire the widest possible command of the foreign language. Of course, I agree with Cerezo-Herrero [14] that "both foreign and mother languages constitute a core competence in translator and interpreter training", but I also believe that the same can be said for a philologist. In addition, for both

types of students, becoming familiar with a variety of textual types will be extremely useful. Finally, knowledge about the elements of culture and cultural awareness are also crucial for learners in both faculties, which means that there is a variety of resources and strategies to integrate the cultural component in our teaching practice, which can be used in any learning context.

#### **4. SOME RESOURCES TO INTEGRATE CULTURE INTO ENGLISH AS A FOREIGN LANGUAGE TEACHING**

We all know that the Internet is a great source of information where we can find a large amount of teaching resources which can bring us closer to the diversity and complexity of English-speaking cultures. Among the wide range of possibilities that the world wide web offers I will mention here digital press, literary works, films and plays, music and historical and cultural documentaries.

##### **4.1 The press**

The great boom of the digital press has turned it into a resource that can be used both to encourage students to read and to help them become aware of the reality of the world in a practical and entertaining way. With just one click we can easily have access to national and world news. As a teaching resource the press can also help students to improve their critical spirit towards information in the Media. Sagredo [10] suggests the following activities that can be carried out in class by students working on a specific press article:

- Read an article and highlight the most relevant facts.
- Read a news item and summarize it.
- Develop a headline for the news item.
- Writing a news item with a previously given headline.
- Collect information from several newspapers to later create an article.

##### **4.2 Literary texts**

Literature constitutes an invaluable source of culture. Even though some literary texts may use an elaborate form of language, they can help students become acquainted with the cultural background that filters through them. By reading the literary works of great authors students can learn about many of the cultural, historical, social, economic and political aspects of a community or country. In sum, it is possible for them to travel in time, to the remote past or to an unpredictable future.

When using a literary work in the language classroom for its didactic exploitation, it is advisable or necessary:

- to use short texts whenever possible
- to introduce the topic in order to motivate students more easily and make them familiar with the content and the context (by presenting the historical and cultural context in which the plot in the literary work takes place).
- to provide information about the author, his/her nationality, literary movement, etc. so that students will be more receptive to the situations they will find in the text. As teachers we must elicit information, clarify doubts and create expectations.

Once students have read the literary text (individually and silently in class or at home) we can work on the four skills with tasks based on the chosen literary text in order to check if students have read and understood the text and the social, cultural and historical context in which the work is set. For instance, we can deal with universal themes such as jealousy, using Shakespeare's famous work *Othello*.

##### **4.3 Films and plays**

In much the same way, films and plays, or maybe short scenes taken from them, can be exploited in class for our teaching and learning purposes. The list of films with a historical setting is really huge and they constitute an excellent

choice to teach students, no matter their age, about British culture and traditions. One example is the movie *Paddington*, which tells the story of a Peruvian bear who arrives in London in search of a home. Through his adventures, students can learn about life in the city of London, the importance of afternoon tea and the tradition of Royal Guard hats. In addition, the film also addresses issues such as cultural diversity and the importance of family. Another interesting case is represented by the Monty Python movies, which address in a humorous way the British idiosyncrasy of the 1960s and 1970s. For instance, *Monty Python and the Holy Grail* is a film dealing with the story of the legendary King Arthur and his knights who go in search of the Holy Grail.

#### 4.4 Music

Music is considered to be a universal language, and research has shown that it is highly beneficial in multiple aspects for people's well-being. It can also improve language and literacy skills. In fact, songs are a great source of 'real-life' language that we can use in order to practice lots of different language skills. Most of all, songs are a fun way to learn the rhythm of English, how words are linked together in connected speech. It is very easy to find the song lyrics online, or find a music video-clip with subtitles. We just need to explore our students' preferences regarding music styles and also choose among the top-40 hits of the moment. Class activities that can be designed for our students to carry out in class include fill-in-the-gaps (once we have removed some words or expressions from the lyrics that we have delivered). We can ask them to summarize the topic the song deals with in their own words. Following the same lines as with the previous resources, it is also useful to ask students what they know about the singer or music group, and, if necessary, provide a short introduction to their style and/or biography. Both old and new songs and video-clips constitute a rich source of material related to culture because they act as an archive of world cultural evolution throughout history.

Among the activities that we can perform with songs or video-clips in class we suggest the following, which were taken and adapted from [17].

- Print out the song lyrics and cut up the lyrics into separate lines or verses; then ask students to guess the correct order. Finally, listen to the song to check if it is correct.
- Choose 10 words from a song and then choose four or five extra words that are not in the song. Write the words in a random order and give the list to students. Play the song and ask them to tick the words they hear.
- Print out some song lyrics. Change 5–10 words. Then listen to the song. Ask students to 'spot the differences.' For example, you could change some of the nouns or verbs for some synonyms.

#### 4.5 Historical and cultural documentaries

Another interesting resource to bring students closer to the culture of the English-speaking sphere is by giving them access to material dealing with the British cultural heritage all over the world. Several documentaries are available in YouTube, focusing on the cultural traits and the different degrees of language convergence in former colonies of the British Empire. For example, students can learn about Australian aboriginal people and Māori people of New Zealand, their Māori language Te Reo, their traditional Haka dance or a typical Haka Wedding.

Finally, it is worth noticing that the British Empire also had important connections with the Canary Islands, so much so that the English language and culture have been present in our context since the 16<sup>th</sup> century. Some students may be unaware of the crucial role that the British colony settled in Gran Canaria and Tenerife played in the economic and socio-cultural development of the islands, especially during the 19<sup>th</sup> and the 20<sup>th</sup> centuries. Our English as a Foreign Language learners might be amazed when they discover the textual and audio-visual material dealing with this topic, thanks to local researchers like García-Pérez [18], González-Cruz [19][20][21] and Quintana Navarro [22], among others.

## 5. CONCLUSION

My main aim in this presentation has been to highlight the importance of culture in English as a Foreign Language teaching and learning contexts. By developing their cultural awareness, students will be able "to carry out communicative tasks and activities in the various contexts of social life with their conditions and constraints" [3], as well

as to “meet the challenges of communication across language and cultural boundaries” [3]. Using some of the resources that I have mentioned above in the language classroom can certainly help our students to raise their cultural knowledge and awareness.

On the other hand, it is obvious that “a translator or interpreter will be all the more competent in their tasks the better they know the systems of the languages they are working with,” as Clouet [23] states, but this is equally true for Philologists. Despite their specific training needs, students with both profiles share some common needs: it is essential for them to have a good command of the foreign languages they are studying and also a deep knowledge of the cultures associated to their speakers’ communities.

To conclude, I would like to remark my impression that these resources tend to have a positive impact on students’ learning experience and motivation, and, therefore, on their competence acquisition and language skills. Further research will obviously be necessary to prove this perception with quantitative data. It will also be helpful to ascertain whether some of the resources mentioned seem to be more effective and /or more preferred by students according to their degrees or not.

## REFERENCES

- [1] Clark, U., [Studying language. English in action], Palgrave MacMillan, New York (2007).
- [2] Canale, M. and Swain, M., “Theoretical bases of communicative approaches to second language teaching and testing,” *Applied Linguistics* 1, 1-47 (1980).
- [3] Council of Europe, [Common European framework of reference for languages: Learning, teaching, assessment], Cambridge University Press, Cambridge (2001).
- [4] Frank, J., “Raising cultural awareness in the English language classroom,” *English Teaching Forum* 4, 2-35 (2013).
- [5] Bodley, J. H., [Cultural anthropology: Tribes, states, and the global system], Palo Alto, CA, Mayfield (1994).
- [6] Kramsch, C., [Context and culture in language teaching], Oxford University Press, Oxford (1993).
- [7] American Council on the Teaching of Foreign Languages. [Standards for foreign language learning in the 21st century: Including Chinese, classical languages, French, German, Italian, Japanese, Portuguese, Russian, and Spanish], Yonkers, New York (1999).
- [8] Hall, E. T., [Beyond culture], Anchor Press / Double Day, New York (1976).
- [9] Byrnes, H., “Articulating a foreign language sequence through content: A look at the culture standards,” *Language Teaching* 41 (1), 103–118 (2008).
- [10] Sagredo-Santos, A., “La integración de los factores históricos y culturales en la educación lingüística”. In Ruiz-Berrio, J., (ed.), [Pedagogía y educación ante el siglo XXI], Facultad de Educación, UCM, Madrid (2005).
- [11] Miquel, L. and Sans, N., “El componente cultural: un ingrediente más en las clases de lengua,” *Revista Electrónica de Didáctica / ELE* 0, 1-13 (2004).
- [12] Hernández-Guerra, C. and Cruz-García, L., “La enseñanza del inglés en los estudios de filología y traducción e interpretación. Diferencias metodológicas,” *Revista Electrónica de Lingüística Aplicada* 8, 16-29 (2009).
- [13] Adams, H. and Cruz-García, L., “Use of teaching materials in foreign language classes for trainee translators in Spain,” *Babel* 26, 101-118 (2017).
- [14] Cerezo-Herrero, E., “La didáctica de lenguas extranjeras en los estudios de traducción e interpretación: ¿qué nos dice la investigación?,” *Hermēneus. Revista de Traducción e Interpretación*, 22 (2020), 41-73 (2020).
- [15] Pérez-González, L., “La didáctica y el papel de las lenguas en la formación de traductores e intérpretes.” *Perspectives*, 7 (2), 265-275 (1999).
- [16] Sabio-Pinilla, J. A., “El legado de los filólogos a la traducción: Valentín García Yebra,” *Hermēneus. Revista de Traducción e Interpretación* 19, 309-334 (2017).
- [17] [cambridgeenglish.org/learning-english: Cambridge English: Learning English through songs, https://www.cambridgeenglish.org/learning-english/parents-and-children/your-childs-interests/learn-english-through-songs/](https://www.cambridgeenglish.org/learning-english: Cambridge English: Learning English through songs, https://www.cambridgeenglish.org/learning-english/parents-and-children/your-childs-interests/learn-english-through-songs/) (16 March 2023).
- [18] García-Pérez, J. L., [Viajeros ingleses en las Islas Canarias durante el siglo XIX], Ediciones Idea, Santa Cruz de Tenerife (2007).

- [19] González-Cruz, M. I., [La convivencia anglocanaria: Estudio sociocultural y lingüístico, 1880-1914], Cabildo Insular de Gran Canaria, Las Palmas de Gran Canaria (1995).
- [20] González-Cruz, M. I. and Luján-García, C. I., “On English loanwords in Canarian Spanish: Past and present,” *Revista Canaria de Estudios Ingleses* 46, 199-219 (2003).
- [21] González-Cruz, M. I., “English in the Canaries: Past and present,” *English Today. The International Review of the English Language* 109 (1), 20-28 (2012).
- [22] Quintana-Navarro, F., [Informes consulares británicos sobre Canarias (1856–1914)], Seminario de Estudios Históricos Canarios del Centro Asociado de la UNED, Las Palmas de Gran Canaria (1992).
- [23] Clouet, R., [Lengua inglesa aplicada a la traducción. Una propuesta curricular adaptada al Espacio Europeo de Educación Superior], Comares, Granada (2010).



## Colaboración online entre estudiantes de Ingeniería Química peninsulares e insulares

Noemi Melián Martel<sup>\*a</sup>, Ana María Blanco Marigorta<sup>a</sup>, Hugo González Martínez<sup>b</sup>, Rosa Redondo Miranda<sup>c</sup>, María José Ibáñez González<sup>c</sup>, Tania Mazzuca Sobczuk<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Ingeniería de Procesos, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, <sup>b</sup>Universidad de Almería, Servicio de Relaciones Internacionales, <sup>c</sup>Departamento de Ingeniería Química, Universidad de Almería

### ABSTRACT

El Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea denominado como COIL, por sus siglas en inglés, está ganando protagonismo en el entorno universitario. Siguiendo esta tendencia, en este trabajo se presenta una colaboración online entre estudiantes de Ingeniería Química de la Universidad de Almería (UAL) y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). El proyecto colaborativo entre ambas universidades aborda el proceso biotecnológico de la concentración de microalgas, mediante ósmosis directa utilizando un deshidratador dotado de membranas de diálisis tubulares flexibles, y el análisis exergético del proceso. La finalidad didáctica ha consistido en la construcción colectiva de conocimiento sobre el proceso experimental de la deshidratación de microalgas y los análisis exergéticos. En este intercambio una estudiante de la ULPGC realizará su Trabajo Fin de Título (TFT) utilizando los datos empíricos generados por una estudiante que desarrolla su Trabajo Fin de Estudios (TFE) en la UAL. Así mismo, han participado estudiantes de la UAL que desarrollan sus prácticas curriculares en asignaturas de grado y máster. La experiencia intercultural COIL ha proporcionado a los estudiantes la oportunidad de intercambiar conocimientos e ideas sobre prácticas en la ingeniería química favoreciendo el aprendizaje experiencial aprendiendo en equipo. Los resultados ponen en relieve la necesidad de una planificación cuidadosa por parte del docente para alentar la interacción entre los estudiantes, definir los objetivos, tareas y plazos.

**Keywords:** aprendizaje colaborativo, aprendizaje en línea, intercambio virtual

### 1. INTRODUCCIÓN

La teoría del conectivismo [1] pone como centro del aprendizaje a la interacción: con otros estudiantes, con docentes y con la tecnología y el conocimiento. Para que estas interacciones sean efectivas es necesario crear una dinámica en la cual el grupo pueda definir claramente sus estrategias de construcción del nuevo conocimiento. Otros autores también sugieren que el conocimiento se encuentra en las conexiones y redes que las personas tienen entre sí y con los recursos digitales [2, 3], en lo que se ha dado por llamar Networked Learning. Así, la información y las tecnologías de la comunicación promueven conexiones entre estudiantes y entre estudiantes y profesorado.

En este contexto, el Aprendizaje Colaborativo Internacional en Línea (COIL, del inglés Collaborative Online International Learning) también conocido como Virtual Exchange (Intercambio Virtual), es una metodología de enseñanza y aprendizaje interactivo que, va ganando presencia tanto en la educación superior como universitaria [4-6]. Esta metodología pedagógica busca la colaboración entre instituciones a través del medio online para la realización de proyectos conjuntos y bajo la supervisión de los docentes de cada institución. COIL se enmarca en las iniciativas denominadas de internalización en casa ya que permite satisfacer una experiencia global sin necesidad de que el participante salga de su país de origen.

Los proyectos COIL pueden llevarse a cabo de muchas maneras, pero todas comparten una filosofía y unos valores comunes: (i) promueve la construcción conjunta del conocimiento, (ii) refuerza el trabajo en equipo, (iii) potencia el desarrollo de competencias sociales y capacidades comunicativas interculturales y (iv) desarrolla competencias idiomáticas y digitales de los estudiantes involucrados [6-8]. Por todo ello, las actividades de aprendizaje basadas en las estrategias COIL refuerzan el desarrollo de competencias profesionales enriqueciendo su experiencia académica y preparándolos para un mundo globalizado. Así, queda evidenciado en dos investigaciones reciente que ahonda en el

COIL para el desarrollo de competencias transversales en la educación superior [6, 9]. No obstante, al tratarse de una metodología pedagógica relativamente nueva, la literatura e investigación está aún emergiendo [10].

El COIL per se no logra alcanzar el éxito adecuado sin el apropiado soporte de los docentes [11] ya que “el aprendizaje colaborativo virtual es aún más exigente para los estudiantes ya que el contexto virtual implica nuevas formas de comunicación y colaboración” [7]. Por lo tanto, es crucial un cambio en el papel del docente, desde una perspectiva transmisora tradicional a ser un partidario y facilitador de procesos de aprendizaje individuales y colectivos.

Debido a la estructura compleja del aprendizaje colaborativo en línea, en este trabajo se propone el desarrollo de una experiencia COIL que permita la colaboración entre la Universidad de Almería (UAL) y la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) en la temática de la concentración de microalgas, así como la optimización de los recursos materiales y humanos.

A través de un intercambio virtual entre estudiantes, la diversidad está garantizada porque aún dentro del propio país, el carácter insular de las islas Canarias le confiere una identidad diferente al de la España peninsular. Un ejemplo de estas diferencias puede encontrarse en la conciencia social existente con respecto a la explotación de los recursos naturales, primordialmente el agua. Pero es necesario ahondar en el conocimiento de los rasgos culturales específicos que se asocian a la población insular y peninsular con miras a sacar el máximo provecho transversal del proyecto.

En este intercambio participan dos estudiantes, uno desarrolla su Trabajo Fin de Estudios (TFE) en la UAL y la otra su Trabajo Fin de Título (TFT) en la ULPGC. Así mismo, han participado un conjunto de estudiantes de la UAL. El proyecto colaborativo entre ambas universidades aborda el mismo proceso biotecnológico: la concentración de microalgas, mediante ósmosis directa utilizando un deshidratador dotado de membranas de diálisis tubulares flexibles, y el análisis exergético del proceso. Como motor de colaboración entre ambas instituciones, los estudiantes de la UAL proporcionarán datos experimentales de la concentración de microalgas que serán utilizados por el estudiante de la ULPGC para realizar su Trabajo Fin de Título (TFT). Los datos empíricos son desarrollados en las prácticas de laboratorio de las asignaturas de Ingeniería de los Procesos Químicos y Biotecnológicos (Grado en Ingeniería Química Industrial) así como en el Laboratorio de Bioprocesos (Máster de Ingeniería Química) de la UAL. El TFT del estudiante de la ULPGC consistirá en el análisis exergético del proceso de concentración de microalgas permitiendo identificar los componentes o equipos del proceso con las mayores ineficiencias termodinámicas y cuantificarlas. Esta metodología de análisis se ha aplicado con éxito a la intensificación de procesos en Ingeniería Química pero no se ha aplicado aun a un proceso de concentrado de microalgas, resultando de aquí la novedad para el TFT a realizar.

El proyecto se nutre de la experiencia en el campo de la Biotecnología de Microalgas que ofrece la UAL, la experiencia investigadora de las científicas de la ULPGC en balances exergéticos, y la experiencia en gestión de programas coordinados de la UAL.

En esta colaboración, los estudiantes de la UAL se verán favorecidos por el aporte de estos nuevos conocimientos y darán a las tareas de aprendizaje un nuevo sentido de utilidad.

## 2. MÉTODO

### 2.1 Descripción de la experiencia

El objetivo es diseñar una colaboración en red que optimice los recursos materiales y humanos de ambas universidades y potencie la interacción entre estudiantes.

*Participantes.* La interacción se realizará entre estudiantes avanzados del área de Ingeniería Química de la Universidad de Almería y estudiantes de Trabajo Fin de Título de la ULPGC.

- una estudiante del Grado en Ingeniería Química de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC) que realiza su TFT en la evaluación exergética del proceso de cultivo y concentración de microalgas por ósmosis directa.
- seis estudiantes de Ingeniería de los Procesos Químicos y Biotecnológicos de la Universidad de Almería (UAL), donde se estudia el cultivo y cosechado de microalgas. Una de las participantes tiene experiencia previa en trabajos en red a través de un Blended Intensive Programme (BIP).
- una estudiante de la UAL, que actualmente optimiza el uso de un deshidratador osmótico en su Trabajo Fin de Estudios (TFE), con experiencia en un BIP.

*Actividades realizadas:*

- 1) Identificar las necesidades de información mediante encuentros virtuales tanto síncronas como asíncronas.
  - a) La estudiante de la ULPGC necesita información acerca del cultivo y cosechado de microalgas. Los estudiantes de la UAL enfocan así la búsqueda de esta información mediante visitas, lecturas y clases.
  - b) Los estudiantes de la UAL quieren saber en qué consisten los balances de exergía.
  - c) La estudiante de la ULPGC necesita comprender mejor el proceso de deshidratación osmótica.
- 2) Compartir la información de forma clara y concisa. Las producciones elegidas son:
  - a) Video informativo de una visita a una planta de cultivo de microalgas donde se explican los aspectos clave del cultivo, realizado por los estudiantes de la UAL
  - b) Presentación de la estudiante de la ULPGC donde explica los conceptos de exergía, energía útil y balances de exergía.
  - c) Videoconferencia donde la estudiante de la UAL muestra experimentos en marcha con el deshidratador osmótico.
- 3) Retroalimentación. Durante las sesiones virtuales se comentan los criterios de calidad esperados para cada una de las producciones y el equipo docente elabora una plantilla de evaluación para el estudiantado, dándose a conocer al otro grupo los resultados. Las dimensiones consideradas son: correcta utilización del material audiovisual para aclarar los conceptos explicados, y relevancia de la información.

Cada sesión virtual se graba para analizar posteriormente la interacción establecida. Se plantean tres niveles de cumplimiento:

**BASICO:** cuando cada estudiante cumple con lo solicitado en tiempo y forma de una manera satisfactoria, y resulta de utilidad para el grupo contraparte. Las acciones del estudiante se restringen a dar respuesta a las solicitudes planteadas.

**INTERMEDIO:** además de cumplir con las actividades solicitadas por el grupo contraparte, existe una clara intención de mantener la red creada y continuar la interacción.

**ALTO:** además de lo anterior, existen evidencias de conductas proactivas para el trabajo en red, proponiendo nuevas actividades, interactuando más allá de lo solicitado, etc.

La selección de tiempos, contenidos en los que puede ser útil la colaboración y objetivos a desarrollar se planificaron previamente por el equipo docente, atendiendo a la complementariedad de los recursos humanos y tecnológicos entre ambas universidades.

La selección de tiempos, contenidos en los que puede ser útil la colaboración y objetivos a desarrollar se planificaron previamente por el equipo docente, atendiendo a la complementariedad de los recursos humanos y tecnológicos entre ambas universidades

### 3. RESULTADOS

En la primera sesión virtual el profesorado debe conducir la comunicación para que se propongan alternativas claras de colaboración.

Durante las videoconferencias se escuchan comentarios del estilo “*no queremos robarte mucho tiempo*”, denotando que el grupo sentiría que sus necesidades de aprendizaje pueden resultar una carga para la contraparte.

Las necesidades de aprendizaje se formulan de una manera vaga. Por ejemplo: “*necesito saber qué experimentos podéis hacer para ayudarme con los balances de exergía*”, cuando los estudiantes acaban de expresar que no saben lo que es la exergía. Sólo las dos estudiantes con experiencia en BIP manifiestan querer contactar más allá de las sesiones programadas (una solicita el email y la otra sugiere “*puedo mostrarte cómo uso yo el deshidratador y tú me cuentas qué información necesitas* “... “*a mí tu información me sirve para complementar la parte final de mi TFE*”).

Actualmente se sigue trabajando en el diseño y la validación de la metodología experimental del proceso y el intercambio de información entre los estudiantes involucrados. Así mismo, continuamos evaluando la adquisición de los conocimientos y las capacidades comunicativas en el estudiantado. Se espera que estas acciones permitan establecer protocolos de actuación o buenas prácticas que permitan continuar con la realización de este tipo de experiencias de intercambio virtual.

### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La interacción entre grupos inexpertos que trabajan en red no es espontánea. Es necesario alentar la interacción, en la definición de objetivos, tareas y plazos. Se destaca, por tanto, la necesidad de una planificación cuidadosa por parte del docente y el establecimiento de una dinámica adecuada para alentar dicha interacción social y que los estudiantes se sientan guiados y acompañados por el docente.

El estudiantado que tiene experiencia previa en trabajos en red se desenvuelve de forma más eficiente que quienes no la tienen. La formación en red no es una práctica común en las asignaturas de la titulación, aunque muy probablemente lo será en el futuro laboral del estudiantado, de modo que sería recomendable realizar más experiencias de este tipo durante su formación.

### REFERENCIAS

- [1] Siemens, G. (2005). Connectivism: A Learning Theory for the Digital Age. *International Journal of Instructional Technology and Distance Learning*, 2(1).
- [2] Goodyear, P., Banks, S., Hodgson, V., & McConnell, D. (2004). Research on networked learning: An overview. In Dillenbourg P., Baker M., Bereiter C., Engeström Y., Fischer G., Ulrich Hoppe H., Koschmann T., Miyake N. O'Malley, C., Pea R., Pontecorovo C., Roschelle J., Suthers D., Goodyear P., Banks S., Hodgson V., & McConnell D. (Eds.), *Advances in Research on Networked Learning* (pp. 1–9). Springer Netherlands. [https://doi.org/10.1007/1-4020-7909-5\\_1](https://doi.org/10.1007/1-4020-7909-5_1)
- [3] McConnell, D., Hodgson, V., & Dirckinck-Holmfeld, L. (2012). Networked Learning: A Brief History and New Trends. In L. Dirckinck-Holmfeld, V. Hodgson, & D. McConnell (Eds.), *Exploring the Theory, Pedagogy and Practice of Networked Learning* (pp. 3–24). Springer New York.
- [4] Randy Garrison D., Kanuka H., *Blended learning: Uncovering its transformative potential in higher education*, *The Internet and Higher Education*, Volume 7, Issue 2, 2004, Pages 95-105,
- [5] Herrera-Pavo M.A., *Collaborative learning for virtual higher education*, *Learning, Culture and Social Interaction*, Volume 28, 2021, 100437.
- [6] Hackett, S., Janssen, J., Beach, P. et al. The effectiveness of Collaborative Online International Learning (COIL) on intercultural competence development in higher education. *Int J Educ Technol High Educ* 20, 5 (2023).
- [7] Kopp B., Matteucci M.C., Tomasetto C., *E-tutorial support for collaborative online learning: An explorative study on experienced and inexperienced e-tutors*, *Computers & Education*, Volume 58, Issue 1, 2012, Pages 12-20, ISSN 0360-1315.

- [8] San Martín Zapatero, A., Di Giusto Valle, C., & Mendoza León, O. (2022). Aprendizaje colaborativo internacional en línea (COIL) en la formación inicial del profesorado en didáctica de las ciencias sociales. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, 22(70).
- [9] Rodríguez Marconi D., Lapierre Acevedo M., Serrac M., Zanetti Fontaine L., Sanabria C., Quiroz Almuna H., Aprendizaje colaborativo internacional en línea como estrategia para el desarrollo de competencias transversales en la educación superior, una experiencia desde la carrera de fonoaudiología. *Educación Médica* 24 (2023)
- [10] Kastler, & Kyle. (2020). 2020 Annotated Bibliography on Virtual Exchange Research. <https://www.stevensinitiative.org/wp-content/uploads/2020/02/2020-Annotated-Bibliography-on-Virtual-Exchange-Research.pdf> Accessed 18 de octubre de 2023.
- [11] Kirschner P., Sweller J., Clark R.E. Why minimal guidance during instruction does not work: an analysis of the failure of constructivist, discovery, problem-based, experiential, and inquiry-based teaching. *Educational Psychologist*, 41 (2) (2006), pp. 75-86.



# Propuesta de adopción de la metodología SCRUM en el proceso de enseñanza aprendizaje en entornos universitarios

Eduardo Alemán López\*, Miguel A. Quintana-Suárez\*\*<sup>a</sup>,

<sup>a</sup> Departamento de Ingeniería Telemática, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, España.

\* [eduardo.aleman101@alu.ulpgc.es](mailto:eduardo.aleman101@alu.ulpgc.es), \*\* [mangel.quintana@ulpgc.es](mailto:mangel.quintana@ulpgc.es)

## RESUMEN

Este artículo presenta una propuesta metodológica innovadora que se basa en los principios de las metodologías ágiles de gestión de proyectos. En este contexto, se introduce una propuesta que incorpora elementos propios de la metodología *Scrum* al proceso de enseñanza-aprendizaje. Estos elementos incluyen artefactos, eventos y roles de usuario. La adaptación metodológica tiene como objetivo no solo que los estudiantes adquieran conocimientos fundamentales sobre *las metodologías ágiles*, sino también servir como un marco organizativo durante el desarrollo de la asignatura. Además, busca impulsar la eficiencia, la colaboración y la flexibilidad en el entorno educativo. Para facilitar la adaptación del proceso de enseñanza-aprendizaje a esta metodología de gestión de proyectos se presenta un análisis detallado de cada uno de sus elementos, identificando sus equivalentes en la metodología *Scrum*. Esto permite una transición más suave hacia la terminología *Scrum* y la incorporación de los procesos y elementos que forman parte del proceso educativo.

**Palabras clave:** Modelos de innovación educativa, Proceso de enseñanza aprendizaje, Scrum, Metodologías ágiles.

## 1 INTRODUCCIÓN

La metodología Scrum<sup>1</sup>, clasificada como una de las metodologías ágiles, representa un conjunto de prácticas efectivas aplicadas en el ámbito de la gestión de proyectos, y ha ganado una notable presencia en el entorno empresarial, especialmente en compañías dedicadas al desarrollo de software. La forma en que se organiza el trabajo y la metodología empleada para la ejecución de proyectos, independientemente de su naturaleza, se revela como un factor distintivo que define el éxito de las empresas en el mercado.

En el contexto de la educación superior, el empleo de tecnologías y herramientas digitales para mejorar el proceso de aprendizaje ha experimentado un aumento significativo en los últimos años. Por otro lado, las metodologías ágiles, ampliamente adoptadas en el desarrollo de software en el ámbito empresarial, están siendo cada vez más usadas en diversas áreas, incluyendo la educación. En esta última, podemos encontrar diversos trabajos que relatan la experiencia en su uso.

Goñi et al.<sup>2</sup> desarrollaron la experiencia de elaboración de la asignatura Ingeniería del Software, de la Universidad del País Vasco, adaptada a la metodología de trabajo Scrum aplicado sobre una metodología docente como es el ABP. Otros trabajos exponen los resultados de implantación de la metodología en varias asignaturas universitarias en el ámbito de la programación. Destaca la experiencia realizada en la Universidad de Salta en Argentina en la que se marcaron como objetivos: disminuir la tasa de abandono en las asignaturas y elevar el rendimiento académico, obteniéndose mejoras en ambos casos<sup>3</sup>. Y también, podemos encontrar ejemplos de implantación de la metodología Scrum en el desarrollo de proyectos dentro de asignaturas universitarias<sup>4</sup>. Sin embargo, no hemos encontrado trabajos que analicen Scrum en términos de un proceso enseñanza-aprendizaje, con sus semejanzas y equivalencias. En este trabajo se describe una propuesta para incorporar dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la enseñanza superior los elementos propios de la metodología *Scrum*, que están dando buenos resultados en el entorno laboral.

El resto del documento se estructura de la siguiente forma: proceso de enseñanza-aprendizaje en la educación superior, descripción de la metodología Scrum, adaptación del proceso de enseñanza-aprendizaje a los elementos de Scrum, y conclusiones.

## 2 PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE EN LA EDUCACIÓN SUPERIOR

El proceso de enseñanza-aprendizaje en el ámbito de la educación superior se refiere a la dinámica interacción entre profesores y estudiantes con el propósito de adquirir conocimientos, habilidades y competencias. Este proceso implica la planificación y organización de actividades formativas, el diseño de estrategias pedagógicas y una evaluación continua del aprendizaje para asegurar que los estudiantes desarrollen las competencias necesarias en el tema en cuestión.

La recomendación del Parlamento Europeo y del Consejo sobre el Marco Europeo de Cualificaciones y el Aprendizaje Permanente<sup>5</sup> define la competencia como la capacidad demostrada para aplicar conocimientos, destrezas y habilidades en contextos laborales o de estudio, así como en el crecimiento personal y profesional.

A menudo, se produce una confusión entre los conceptos de competencia y resultados de aprendizaje. En España, históricamente se ha utilizado más el término competencia que resultados de aprendizaje. Sin embargo, según la Guía de Apoyo de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA)<sup>6</sup>, los resultados de aprendizaje representan las concreciones de las competencias para un nivel determinado y son el producto del proceso de enseñanza-aprendizaje.

Este proceso de enseñanza-aprendizaje debe contar con sus respectivas acciones formativas. Y para evaluar el aprendizaje, es fundamental determinar los métodos y criterios de evaluación adecuados que permitan verificar si los estudiantes han alcanzado el nivel de conocimiento, comprensión y competencia deseado<sup>7</sup>. Analizaremos estos aspectos, que consideramos muy importantes en la adaptación propuesta en este trabajo, en los siguientes apartados.

En la figura 1 se muestra de forma gráfica una representación del proceso de enseñanza aprendizaje: partiendo de las competencias (C1, C2), estas se concretan en unos resultados de aprendizaje (RA1, RA2 y RA3). Con el objeto de que los estudiantes logren los resultados de aprendizaje y adquieran las competencias, se pone en marcha un proceso de enseñanza-aprendizaje a través de las acciones formativas y su correspondiente evaluación.

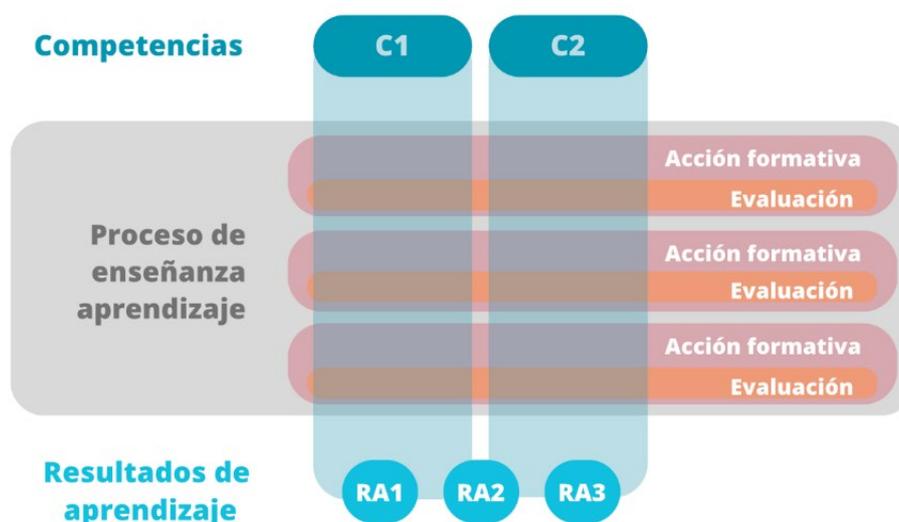


Figure 1: Proceso de enseñanza aprendizaje (elaboración propia)

## 2.1 Acciones formativas

Una actividad formativa se refiere a cualquier acción o experiencia diseñada y desarrollada con el propósito de facilitar el aprendizaje y el desarrollo de habilidades, conocimientos y competencias. En el diseño de estas acciones es donde entra en juego la metodología docente y la innovación educativa.

Las metodologías docentes innovadoras<sup>8</sup> tiene como punto de partida la implementación de nuevas ideas para mejorar este proceso y, promover mejores resultados educativos. Implica el uso creativo de la tecnología, la exploración de nuevas formas de enseñanza-aprendizaje, la adaptación de enfoques pedagógicos a las necesidades de los estudiantes, así como la colaboración entre docentes para compartir experiencias y conocimientos. Algunas de estas metodologías son el aprendizaje basado en proyectos (ABP)<sup>9</sup>, el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje personalizado, la gamificación, el *flipped classroom* y el *blended learning*. Concretamente, el ABP es una metodología efectiva para promover el aprendizaje activo y participativo y ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades prácticas para su desarrollo profesional<sup>10</sup>. Además, el ABP puede ayudar a aumentar la motivación y el compromiso de los estudiantes siendo además una herramienta útil para medir el progreso y logro de los estudiantes. Son estos elementos los que nos permiten tener un punto de partida, o aproximación inicial, a las metodologías ágiles como SCRUM.

ANECA considera de vital importancia la alineación entre actividades formativas, sistema de evaluación y resultados de aprendizaje. Merece la pena señalar la reflexión de Biggs<sup>11</sup> al respecto: “Cuando existe alineación entre lo que queremos, cómo lo enseñamos y cómo lo evaluamos, la docencia es más efectiva que cuando esta no existe”

## 2.2 El sistema de evaluación

Centrando nuestra atención en la evaluación, diremos que es un componente fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje, ya que permite a los docentes medir el progreso y el rendimiento de los estudiantes en relación con los resultados de aprendizaje establecidos y las actividades formativas diseñadas<sup>6</sup>.

Para realizar una evaluación efectiva, es necesario utilizar instrumentos de evaluación adecuados, que permitan medir de manera precisa y objetiva el nivel de competencia de los estudiantes. El autor Víctor Manuel López Pastor, en su libro “Evaluación formativa y compartida en educación superior. Propuestas, Técnicas, Instrumentos y Experiencias”<sup>12</sup> define instrumento de evaluación como el medio o herramienta a través del cual recabamos información y registramos los datos que nos van a permitir emitir una valoración.

## 3 DESCRIPCIÓN DE LA METODOLOGÍA SCRUM

Scrum como propuesta de trabajo ágil, es un modelo de desarrollo de carácter adaptable, orientado a las personas antes que a los procesos que utiliza un desarrollo iterativo e incremental. Además de las características anteriormente mencionadas, construye unos valores muy relacionados con el trabajo en equipo y las sinergias<sup>13</sup>, siendo la mayor parte de éstos compartidos en la enseñanza superior.

Estos valores son:

- **Compromiso:** La metodología requiere una profunda implicación por parte de los equipos de desarrollo, siendo un pilar fundamental que promueve el compromiso profesional en la búsqueda de los objetivos establecidos en cada Sprint y, en última instancia, en el proyecto final.
- **Respeto:** Dado que los proyectos pueden presentar desafíos, el trabajo colaborativo asegura que los éxitos y fracasos se compartan, fomentando así el respeto mutuo y la cortesía entre los miembros del equipo.
- **Foco:** A medida que los equipos adquieren experiencia, desarrollan la habilidad de concentrarse en un conjunto limitado de características en cada iteración. Esto conduce a la creación de un producto de alta calidad y plazos de entrega que se ajustan a las necesidades del cliente.
- **Sinceridad:** Los equipos fomentan la transparencia y la discusión abierta de los problemas, asegurando que la información esté al alcance de todos.

En la figura 2 podemos ver un esquema con la planificación temporal del proceso de desarrollo de un proyecto, con cada uno de los elementos que la componen.

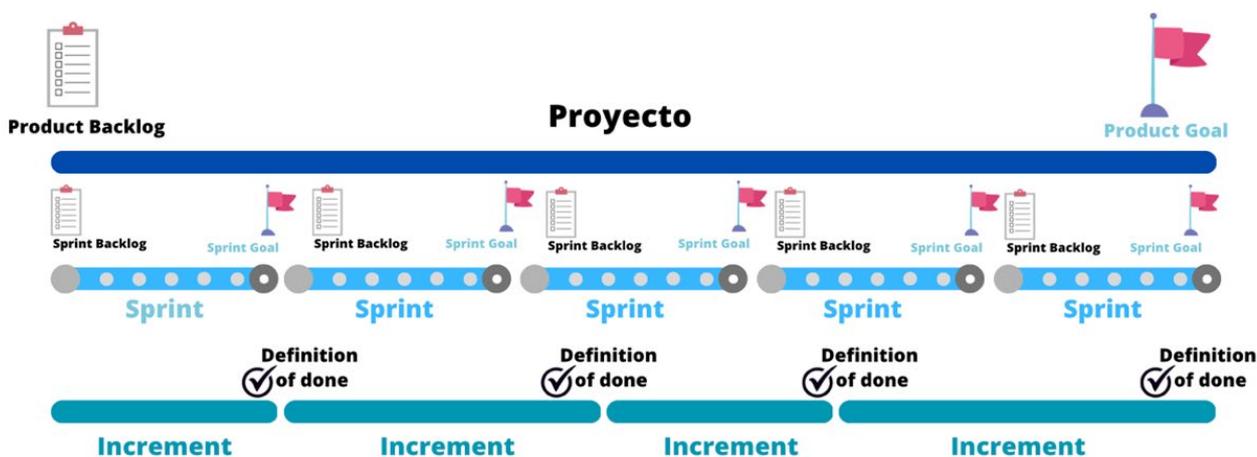


Figure 2: Planificación temporal del proceso de trabajo realizado a través de la metodología SCRUM (Elaboración propia)

La metodología ha evolucionado desde su creación y en la última revisión realizada por sus creadores Ken Schwaber y Jeff Sutherland<sup>14</sup>, definen como elementos del proceso de trabajo los siguientes: equipo, artefactos y eventos. Es importante conocer cada uno de los elementos para poder llevar a cabo la metodología y optimizar los resultados obtenidos en la consecución de un proyecto. A continuación, definimos cada uno de los elementos que la conforman.

### 3.1 El equipo de trabajo

Existen tres roles principales dentro del equipo de trabajo y está formado por:

- **Product Owner:** Este rol le corresponde a la persona que recibe todos los requisitos del cliente o del responsable del proyecto. Aunque en las primeras versiones de Scrum operaba de manera independiente al equipo de trabajo, en la última actualización de la metodología, se integra como parte esencial del equipo de desarrollo. Su función principal consiste en la creación del *Product Backlog*, donde se detallan minuciosamente todas y cada una de las historias de usuario que deben implementarse a lo largo del proyecto.
- **Scrum Master:** Él es el encargado de garantizar que los procesos se ejecuten de acuerdo con la metodología Scrum. Desempeña un papel de apoyo y asistencia continua al equipo, facilitando la colaboración con otros grupos de trabajo y eliminando cualquier obstáculo que pueda poner en riesgo el logro de los objetivos del proyecto.
- **Developers:** Es el grupo de profesionales que asume la responsabilidad de llevar a cabo todas las tareas asignadas en cada *Sprint*. En la reunión programada al inicio de cada ciclo de trabajo, el equipo se compromete a completar un determinado número de estas tareas.

### 3.2 Los artefactos

Los artefactos generales asociados al proyecto propiamente dicho, se muestran en la figura 3 y son los siguientes:

- **Product Backlog:** Partiendo del resultado final esperado, el proyecto debe desglosarse en un conjunto de tareas, que denominaremos “historias de usuario”. Las historias de usuario son cada una de las funcionalidades o logros que deben ir alcanzándose hasta llegar a un producto final entregable.
- **Product Goal:** Es el objetivo final del proyecto planteado. Este debe ser claro y conciso.



Figure 3: Artefactos generales asociados al proyecto completo realizado mediante SCRUM (Elaboración propia)

Los artefactos asociados al *Sprint*, se muestran en la figura 4 y son los siguientes:

- **Sprint Backlog:** Es el grupo de historias de usuario recogidas en el *Product Backlog* que selecciona el equipo para realizar durante un periodo de tiempo fijo que se conoce como *Sprint*. Al inicio de cada *Sprint*, el equipo se compromete en la realización de un conjunto de tareas.
- **Sprint Goal:** Es el objetivo planteado para el *Sprint*. El compromiso adquirido por el equipo para cada *Sprint*, se materializa en este objetivo que sirve como aliciente para el desarrollo de las tareas correspondientes.



Figure 4: Artefactos asociados a cada Sprint / iteración del proyecto (Elaboración propia)

Los siguientes artefactos, mostrados en la figura 5, vienen a completar todos los requisitos del proyecto final descritos en el *Product Goal*.

- **Increment:** cada uno de los pasos completados para llegar al *Product Goal* se le conoce como *Increment* en esta metodología. Cada *Increment* es aditivo y proporciona valor debiendo ser utilizable. El *Increment* no va ligado a un *Sprint* como tal, puede ser conseguido durante uno de ellos, o necesitar de varios *Sprints* para su desarrollo.

- **Definition of done:** es la definición formal del estado del *Increment* cuando cumple con las medidas de calidad requeridas para el producto. Una vez que un elemento de trabajo pendiente del producto cumple con la *Definition of Done*, se consigue un *Increment*.



Figure 5: Detalle de los artefactos del *Increment* (Elaboración propia)

### 3.3 Los eventos

Los eventos componen el verdadero motor de la metodología. Se muestran de manera gráfica en la figura 6.

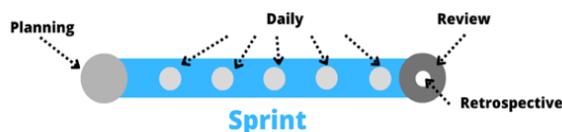


Figure 6: Eventos presentes en cada *Sprint* / iteración del proyecto (elaboración propia)

- **Sprint:** Es cada una de las etapas del desarrollo. Conocida en el entorno empresarial como iteración, es de duración fija y determinada con anterioridad.

Durante el *Sprint* es importante seguir las siguientes reglas:

- No se hacen cambios que pongan en peligro el objetivo del *Sprint*.
- La calidad del trabajo no disminuye.
- El trabajo pendiente del producto se refina según sea necesario.

La duración de esta etapa según sus creadores será de un mes, aunque indican que puede ser menor.

- **Sprint Planning:** es la planificación propiamente dicha del trabajo a realizar durante el *Sprint*. Se trata de una reunión, a desarrollar al inicio de cada *Sprint*, en la que se plantea el *Sprint Goal* y se seleccionan las historias de usuario del *Product Backlog* que el equipo se compromete a realizar. En esta reunión se responden a tres preguntas: ¿Por qué este *Sprint* es valioso?, ¿Qué se puede hacer en este *Sprint*? Y ¿Cómo se realizará el trabajo elegido?. La duración propuesta para este evento es de ocho horas para un *Sprint* de un mes.

- **Daily Scrum:** Reunión del equipo, de 15 minutos máximo, que tiene como objetivo inspeccionar el progreso del trabajo durante el desarrollo del *Scrum*. Participan todos los miembros del equipo y cada uno de ellos expone sus avances y los inconvenientes con los que ha podido encontrarse, promoviendo la rápida toma de decisiones evitando otras reuniones que puedan retrasar el trabajo del equipo. En el entorno empresarial, se mantienen todos los asistentes en pie y se cronometran con el objetivo de que sean rápidas y no se alarguen más de lo estrictamente necesario. Los *Daily Scrum* mejoran la comunicación, identifican los impedimentos, promueven la toma de decisiones y eliminan la necesidad de otras reuniones.

- **Sprint Review:** Reunión en la que el equipo inspecciona el resultado del *Sprint* recién finalizado y la consecución de los objetivos planteados. Además, se determinan futuras adaptaciones. La duración propuesta para este evento es de cuatro horas para un *Sprint* de un mes.

- **Sprint Retrospective:** Reunión en la que se pretende aumentar la calidad y eficacia del trabajo del equipo. Se analizan los procesos, las interacciones entre los miembros del equipo y las posibles desviaciones respecto al objetivo planteado para evitarlo en el futuro y mejorarlo en el siguiente *Sprint*. La duración propuesta para este evento es de tres horas para un *Sprint* de un mes.

#### 4 ADAPTACIÓN DEL PROCESO DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE A LOS ELEMENTOS DE SCRUM

Partiendo de los conceptos asociados al proceso de enseñanza aprendizaje, y de los elementos propios de la metodología *Scrum*, elaboramos esta propuesta de adaptación, figura 7. El objetivo del proceso de enseñanza aprendizaje es que los estudiantes adquieran las competencias. Por tanto, el *Product Goal* se corresponde con la adquisición de estas.

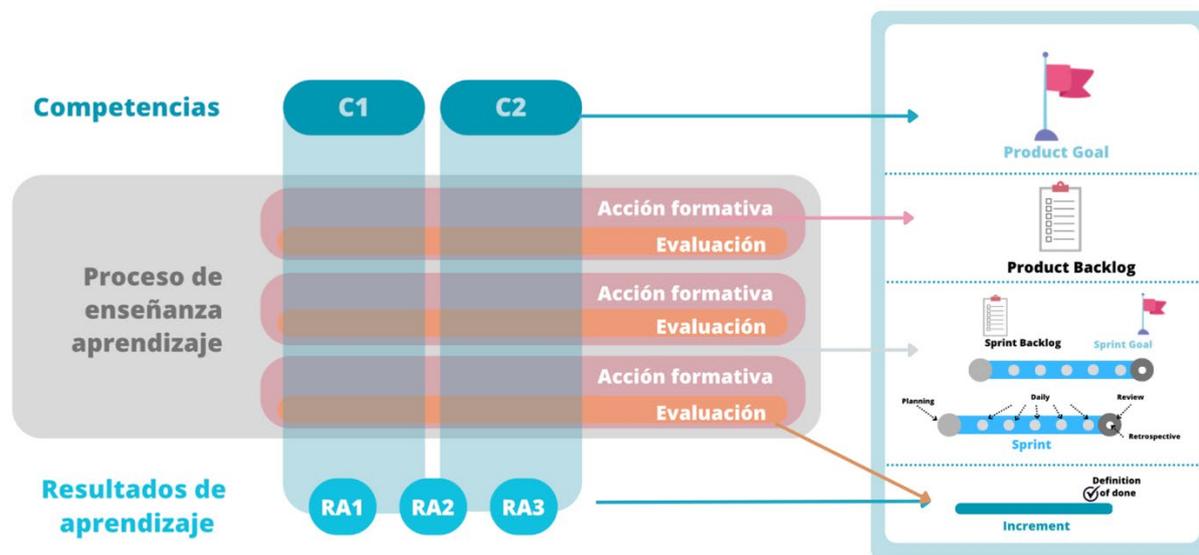


Figure 7: Gráfica de equivalencias entre el proceso de Enseñanza - Aprendizaje y los elementos de Scrum (elaboración propia)

El proceso de enseñanza aprendizaje tiene una equivalencia directa con todo el proceso de trabajo, que en la metodología SCRUM lo completan, los *Sprints*, con sus artefactos propios *Sprint Backlog* y *Sprint Goal*, así como los eventos que se producen en cada iteración: *Sprint Planning*, *Daily Scrum*, *Sprint Review* y *Sprint Retrospective*. El conjunto de acciones formativas a realizar durante el curso, completarán el *Product Backlog*. Por último, la evaluación de las acciones formativas realizadas y del logro de los resultados de aprendizaje se corresponde con los *Increment* y los *Definition of Done* de cada uno de ellos.

##### 4.1 Roles de usuarios

Mantenemos todos los roles previstos en la metodología *Scrum*, asignándolos en cada caso a docentes y estudiantes como se muestra en la tabla 1.

Tabla 1. Asignación de los roles de la metodología Scrum al proceso de enseñanza-aprendizaje

Equipo	
<b>Product Owner</b>	<b>Profesor</b> responsable o coordinador de la asignatura
<b>Scrum Master</b>	Miembro del equipo docente, <b>profesor de prácticas</b> o alumno con los conocimientos y destrezas necesarias
<b>Developers</b>	<b>Estudiantes</b>

## 4.2 Artefactos

Se realiza una adaptación de los artefactos de la metodología Scrum y quedan como se muestra en la tabla 2.

Tabla 2. Adaptación de los artefactos al proceso de enseñanza-aprendizaje

Artefactos	
<i>Product Backlog</i>	Listado detallado y ordenado historias de usuario ( <b>tareas y actividades</b> ) encaminadas a conseguir el <i>Product Goal</i> . Se introducen los <b>criterios</b> de aceptación de las historias para validar la consecución de estas.
<i>Product Goal</i>	La adquisición de las <b>competencias</b> asociadas a la materia.
<i>Sprint Backlog</i>	Listado de historias de usuario ( <b>planificación de tareas y actividades</b> ) descritas en el <i>Product Backlog</i> que se realizarán durante un <i>Sprint</i> .
<i>Sprint Goal</i>	<b>Objetivos</b> y resultados previstos tras la realización de las historias de usuario del <i>Sprint</i>
<i>Increment</i>	Cada <i>Increment</i> tendrá asociados de forma parcial o total un grupo de <b>resultados de aprendizaje</b> . La consecución de estos se corresponde con un <i>Increment</i> .
<b>Definition of done</b>	Son los <b>instrumentos de evaluación</b> que permitirán al alumno ser evaluado y demostrar que ha conseguido los resultados de aprendizaje asociados al <i>Increment</i> .

## 4.3 Eventos

La duración de los eventos viene condicionada con la temporalización de la asignatura y dependerá de si estamos ante una asignatura semestral o anual. En la Tabla 3, se muestra una propuesta de duración adaptada al contexto de una asignatura semestral planificada para una duración de 15 semanas.

Tabla 3. Duración propuesta de los eventos en comparativa con los indicados por una metodología docente

Eventos		
	Metodología SCRUM	Adaptación a metodología docente
<i>Sprint</i>	Duración de 1 mes	Duración de <b>2 a 3 semanas</b>
<i>Sprint Planning</i>	Al inicio del sprint con duración de 8 horas	Al inicio del Sprint con duración de <b>máximo dos horas presenciales</b>
<i>Daily Scrum</i>	Diariamente con una duración de 15 minutos	De dos a tres veces por semana con una duración de <b>15 minutos, actividad no presencial</b>
<i>Sprint Review</i>	Al final del Sprint con una duración de 4 horas	Se unifica en una única reunión, a celebrar al final del sprint con duración de <b>dos horas presenciales</b> . Evaluación.
<i>Sprint Retrospective</i>	Al final del Sprint con una duración de 3 horas	

## 5 CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

En este trabajo se expone una propuesta metodológica innovadora destinada a ser aplicada en el proceso de enseñanza-aprendizaje en entornos universitarios. Para lograrlo, se realiza un análisis detallado de los elementos inherentes a la metodología Scrum y se los vincula con los conceptos relevantes en el contexto del proceso educativo. La conexión establecida entre los conceptos de Scrum y el proceso de enseñanza-aprendizaje se plantea como un punto de partida valioso para cualquier docente interesado en implementar esta propuesta en cualquier asignatura.

El fin perseguido con esta adaptación es el uso creativo y la exploración de nuevos enfoques metodológicos que acerquen al estudiante a las tendencias actuales del mundo laboral, donde prima el carácter adaptable, orientado al desarrollo personal iterativo e incremental, y todos ellos relacionados con el trabajo en equipo.

Durante el presente curso académico, 2023-2024, se aplicará esta metodología a la asignatura “Programación Web”, de cuarto curso del título Grado en Ingeniería en Tecnologías de la Telecomunicación. La experiencia, junto con resultados obtenidos, se recogerán en documentos futuros. Para ello, se realizará la evaluación tanto por parte del profesor, como por parte de los estudiantes a través de encuestas. La evaluación de esta actuación está recogida en trabajo de E. Aleman<sup>15</sup>, y consta de cinco partes: conocimientos previos, conocimientos tras cursar la asignatura, valoración de la metodología, de los elementos de la metodología y valoraciones generales.

## REFERENCIAS

- [1] Palacio, J., “Flexibilidad con Scrum – Principios de diseño e implementación de campos Scrum”, 2008, [https://www.scrummanager.com/files/flexibilidad\\_con\\_scrum\\_ebook.pdf](https://www.scrummanager.com/files/flexibilidad_con_scrum_ebook.pdf) (1 Octubre 2023).
- [2] A. Goñi, J. Ibañez, J. Iturrioz y J.A. Valido. “Aprendizaje basado en proyectos usando metodologías ágiles para una asignatura básica de Ingeniería del Software”, 2014, <https://upcommons.upc.edu/handle/2099/15461>, (1 Octubre 2023).
- [3] N. Tymkiw, J. M. Bourmisen y M. C. Tumino, “Scrum como Herramienta Metodológica para el Aprendizaje de la Programación”, 2020, [http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1850-99592020000200010](http://www.scielo.org.ar/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1850-99592020000200010) (1 Octubre 2023).
- [4] S.Martin Gomez, “Aplicación de las Metodologías Ágiles al proceso de enseñanza aprendizaje universitario”, 2022, <https://revistes.ub.edu/index.php/RIDU/article/view/RIDU2020.12.7>, (1 Octubre 2023).
- [5] Parlamento Europeo y Consejo, “Recomendación relativa a la creación del Marco Europeo de Cualificaciones para el aprendizaje permanente”, 23 April 2008, [https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008H0506\(01\)](https://eur-lex.europa.eu/legal-content/ES/TXT/HTML/?uri=CELEX:32008H0506(01)), (1 October 2023).
- [6] ANECA – Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, “Guía de apoyo para la redacción, puesta en práctica y evaluación de los Resultados de Aprendizaje”, 2013, <https://www.nebrija.com/unidad-tecnica-de-calidad-nebrija/pdf/guia-apoyo-resultados-aprendizaje.pdf>, (1 October 2023).
- [7] ANECA – Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación, “Resultados de aprendizaje y procedimientos de aseguramiento de la calidad para la evaluación, certificación y acreditación de enseñanzas e instituciones conforme al RD 640/2021 y al RD 822/2021”, 2022, [https://www.aneqa.es/documents/20123/81865/220106\\_Informe\\_RA-V3.pdf/f5988756-632f-db29-c27c-e7b14ad83a8e?t=1656326305105](https://www.aneqa.es/documents/20123/81865/220106_Informe_RA-V3.pdf/f5988756-632f-db29-c27c-e7b14ad83a8e?t=1656326305105), (1 Octubre 2023).
- [8] C. S. López Cruz y Y. Heredia Escorza, “Marco de referencia para la evaluación de proyectos de innovación educativa. Guía de aplicación”, 2017, [https://escalai.tec.mx/sites/g/files/vgjoovo1216/files/Guia%20de%20aplicacion%209feb2017\\_0.pdf](https://escalai.tec.mx/sites/g/files/vgjoovo1216/files/Guia%20de%20aplicacion%209feb2017_0.pdf), (1 Octubre 2023).
- [9] F. Trujillo Saez, Propuesta para una escuela en el siglo XXI, La Catarata, 2012.
- [10] M. A. Quintana-Suárez y E. Alemán López, “Aplicación de modelos de innovación educativa a la asignatura de Programación Web”, InnoEducaTIC 2022, <http://hdl.handle.net/10553/119614>, (1 Octubre 2023).
- [11] Biggs, J. B., y Tang, C. S., Teaching for Quality Learning at University: What the Student does (4th ed.), McGraw-Hill Education, Maidenhead, United Kingdom, (2011).
- [12] Lopez Pastor, V. M. , Evaluación formativa y compartida en educación superior. Propuestas, técnicas, instrumentos y experiencias., Narcea Ediciones, (2009)
- [13] Alaimo, M. y Salias, M., Proyectos Ágiles con Scrum: Flexibilidad, aprendizaje, innovación y colaboración en contextos complejos, Kleer, (2015).
- [14] K. Schwaber, K., Sutherland, J., “The Home of Scrum”, <http://www.scrum.org>, (1 Octubre 2023)
- [15] E. Alemán López, “Metodologías ágiles aplicadas a la docencia universitaria. Ejemplo de aplicación a la asignatura Programación WEB”, Trabajo Fin de Grado, ULPGC, julio de 2023, <http://hdl.handle.net/10553/126180>

## Acción tutorial de promoción: Acércate a la Ingeniería.

Pedro Hernández-Castellano\*, Francisco Santana-Sarmiento, M. Dolores Marrero-Alemán, Inés Ángulo-Suárez, Jenifer Vaswani-Reboso, M. Flora Andrés De Araujo, Mariana Hernández-Pérez, Roberto Araña-Suárez, Annabella Narganes-Pineda, Paula González-Suárez  
Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles, ULPGC. Campus de Tafira. 35017 Las Palmas de Gran Canaria, Canarias, España

### RESUMEN

Se presenta el proyecto Acércate a la Ingeniería para la promoción de estos títulos realizado por el grupo de Innovación Educativa Ingeniería de Fabricación de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria. Este proyecto forma parte de la acción tutorial de la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles, y se ha dirigido a cuatro de los títulos que oferta en la actualidad. Se trata de un proyecto educativo que se ofertó desde la Consejería de Educación del Gobierno de Canarias a todos los institutos de enseñanza secundaria de la comunidad autónoma. Se presenta los resultados obtenidos a partir de unos cuestionarios diseñados para evaluar el impacto del proyecto, así como las observaciones recogidas durante las diferentes actividades llevadas a cabo durante el proyecto. En este proyecto, además de docentes, han participado un grupo de estudiantes de diferentes niveles educativos que han colaborado de forma muy eficaz en las actividades realizadas, tanto en los institutos como las llevadas a cabo en las instalaciones de la escuela. El proyecto fue muy demandado y se cubrieron todas las plazas ofertadas participando finalmente dieciocho institutos de 5 islas. Los resultados obtenidos y las experiencias vividas se consideran muy positivas, aunque requirió de un gran esfuerzo para la coordinación y ejecución del proyecto.

**Palabras clave:** Acción Tutorial, Diseño de Experiencias de Aprendizaje, Competencias STEAM, Aprendizaje experiencial, *Maker Education*

### 1. INTRODUCCIÓN

Como parte indispensable de las disciplinas STEAM (ciencia, tecnología, ingeniería, artes y matemáticas), la ingeniería tiene un papel de liderazgo en el desarrollo de la sociedad. Sin embargo, existe una falta de profesionales cualificados como resultado del rechazo de los títulos de ingeniería por parte de jóvenes estudiantes [1]. Además, la sostenibilidad, inherentemente relacionada con la ingeniería, se está convirtiendo en un concepto clave en el futuro de nuestro planeta. Por lo tanto, estos conceptos deben ser introducidos a los estudiantes jóvenes durante su formación académica, con la intención de hacerles ver las oportunidades que se les abre para su futuro desarrollo personal y profesional.

En este contexto, ha surgido *el proyecto "Acércate a la Ingeniería"*, en el que han participado dieciocho institutos de enseñanza secundaria (IES) de cinco de las Islas Canarias, junto con la Escuela de Ingenierías Industriales y Civiles (EIIC), de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC). El objetivo principal de este proyecto es contribuir en la formación de estudiantes de secundaria sobre la ingeniería y la sostenibilidad, utilizando el control de especies vegetales invasoras como tema general del proyecto, a la vez que se promociona los títulos ofertados en la EIIC para captar nuevos estudiantes.

Este proyecto propuesto por el Grupo de Innovación Educativa Ingeniería de Fabricación (GIEIF) tuvo un antecedente en un proyecto de innovación educativa denominado "Tecnología Geomática en Bachillerato", que se desarrolló entre los años 2015 y 2021 en diversos centros públicos de Educación Secundaria de Canarias. Este proyecto estaba dirigido a alumnado de 1º de bachillerato y coordinado por un grupo de profesores de la titulación de Ingeniería Geomática de la EIIC de la ULPGC y la Consejería de Educación del Gobierno de Canarias. Su objetivo fundamental era dar a conocer las técnicas que se utilizan en Ingeniería Geomática para la captura de datos territoriales y, de esta forma, acercar el conocimiento y proyección profesional de esta ingeniería.

\* pedro.hernandez@ulpgc.es; tlf: 0034 928454929; lascocinas.eiic.ulpgc.es

Para ello se desarrollaron varios talleres basados en situaciones de aprendizaje que relacionaran las diferentes técnicas Geomáticas con sus propios programas formativos, especialmente con las asignaturas de Matemáticas, Física, Geografía, Dibujo Técnico, Ciencias de la Tierra y Medioambiente y las TIC. La metodología desarrollada en cada uno de esos talleres se componía de una sesión teórica y, posteriormente, se desarrollaban los supuestos prácticos de cada taller mediante trabajos en grupo, aplicando un aprendizaje cooperativo. La experiencia tuvo una excelente valoración en todos sus años de vigencia, tanto por el Área STEAM como por los centros educativos que participaron en el mismo.

Partiendo del impacto positivo que había tenido esta experiencia en los centros participantes, se consideró las sugerencias de algunos docentes de Secundaria en la valoración del proyecto que proponían que esta iniciativa se replicara orientada a otros ámbitos de la Ingeniería. Por otra parte, se proponía que la experiencia tuviera un enfoque más integrador, de tal forma que, por un lado, los acercara al carácter multidisciplinar de las Ingenierías y, por otro, los animara, a incorporarse al perfil tecnológico en Bachillerato. En esta línea, también se proponía que la experiencia se realizara en 4º de la ESO, antes de decidir su perfil académico en Bachillerato, que es donde el profesorado de Secundaria observaba una disminución preocupante del número de alumnos y, sobre todo, de alumnas matriculados. Teniendo en cuenta lo anterior, se planteó la posibilidad de dar continuidad a esa iniciativa con una propuesta algo más ambiciosa que involucraba a varios títulos de la escuela. Se formó un equipo de trabajo constituido por docentes implicados en la acción tutorial de la EIIC y vinculados principalmente a 4 de los títulos de grado ofertados: Ingeniería Geomática, Ingeniería Química, Ingeniería Química Industrial e Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Tras varias reuniones se fue perfilando la propuesta de proyecto que se presentó al Área de Vocaciones Científicas y Creatividad, STEAM, de la Dirección General de Ordenación, Innovación y Calidad, de la Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes, del Gobierno de Canarias.

## 2. METODOLOGÍA

Este proyecto se basa en el diseño e implementación de una experiencia de aprendizaje dirigida a estudiantes de 4º curso de Enseñanza Secundaria Obligatoria (ESO) que contempla una parte descriptiva y otra práctica. El proyecto se dividió en tres subproyectos diferentes, pero con un objetivo general orientado a involucrar al alumnado en las diferentes fases de un proceso tecnológico común que integrara las diferentes ingenierías participantes. Uno de los subproyectos se realizó orientado de forma conjunta para los títulos de Ingeniería Química y Química Industrial, otro dirigido al grado en Ingeniería Geomática y el tercero a la Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo de Productos. Aunque inicialmente se acordó dirigir la actividad a centros únicamente de la provincia de Las Palmas, ofertando 5 plazas por cada uno de los subproyectos; finalmente, se decidió aumentar la oferta a 6 plazas por cada subproyecto y desde la Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes, se abrió a todos los centros de enseñanza secundaria de las dos provincias canarias. A esta convocatoria se presentaron 24 IES de cinco islas, de los que fueron seleccionados los 18 centros participantes en el proyecto.

En esta edición, se decidió que el objetivo general del proyecto común fuera contribuir a la concienciación sobre la necesidad de controlar las especies vegetales invasoras y el papel de distintas áreas de la ingeniería para lograrlo. Para ello, cada subproyecto fue asignado a seis IES. El subproyecto de Geomática se centraba en identificar y generar mapas con datos georreferenciados capturados mediante un dispositivo móvil de la especie invasora asignada en el entorno geográfico de cada IES participante. En el subproyecto de Química se trabajaba el proceso de extracción de fibras naturales a partir de esas especies invasoras y sus tratamientos. Finalmente, el subproyecto de Diseño Industrial se centraba en el modelado geométrico de un sencillo producto que sería posteriormente fabricado con un material biodegradable formulado a partir de esas fibras extraídas y resinas naturales.

Los objetivos de este proyecto fueron los siguientes:

- O1. Despertar la curiosidad y el interés de los alumnos de 4º de ESO en el conocimiento de la tecnología a través de talleres relacionados con diferentes especialidades en el campo de la ingeniería.
- O2. Transmitir la idea de que la ingeniería es la disciplina que permite la implementación del conocimiento, tanto científico como técnico, destinado a mejorar y facilitar la vida cotidiana del ser humano.
- O3. Acercar a los estudiantes el carácter multidisciplinar de la ingeniería.
- O4. Posibilitar el trabajo en equipo y el intercambio de experiencias de aquellos centros interesados en la innovación educativa en el campo de la ingeniería.

Para medir el impacto de esta experiencia, se diseñaron unos cuestionarios basados en investigaciones previas [2], y se recogió la información de partida antes de iniciar el proyecto y al final de este. Se estableció como grupo de estudio al conjunto de grupos-clase que participaban en el proyecto, y se creó un grupo de referencia formado por grupos-clase del mismo curso y de los mismos institutos. Este trabajo se centra en los resultados encontrados entre los grupos estudio y de referencia en el cuestionario inicial, así como las diferencias entre las respuestas de los chicos y las chicas, para evaluar la brecha de género existente en las disciplinas STEAM [3]. También se ha analizado los resultados disponibles del cuestionario final para valorar el impacto general del proyecto.

Este proyecto se planificó en cinco fases:

- Fase I. Encuentro inicial entre los profesores de la EIIC y los profesores responsables del proyecto de cada uno de los IES. En ese momento se presentó en más detalle el proyecto y cómo se había estructurado para realizar la necesaria coordinación de las actividades a realizar. Se compartió el cuestionario inicial con los profesores del IES para que el alumnado pudieran rellenarlo.
- Fase II. Consistió en una actividad introductoria y demostrativa en los diferentes IES impartida por profesores, investigadores, estudiantes universitarios y colaboradores de la EIIC vinculados al proyecto. A todos los grupos participantes se les introducía de forma descriptiva en el ámbito de las Ingenierías y su importante papel en el Desarrollo Sostenible, así como en los problemas generados por las especies vegetales invasoras. Dependiendo del subproyecto al que estuviese adscrito el IES, a sus estudiantes se les hacía partícipes de actividades prácticas en temáticas variadas: a) la interpretación y elaboración de mapas para la geolocalización de las plantas invasoras; b) los tratamientos requeridos para la extracción de las fibras naturales y c) la fabricación de un producto a partir de un material biodegradable.

En esta misma fase II y solo para el subproyecto de Diseño Industrial, se complementaban estas actividades con una visita del estudiantado al Taller “Las Cocinas” de la EIIC; donde experimentaron con el uso de las tecnologías de fabricación digital disponibles allí, a través de actividades prácticas participativas. Tras la realización de esta actividad se pidió a los estudiantes que rellenaran un cuestionario normalizado sobre el nivel de satisfacción con la experiencia concreta [4], [5].

- Fase III. Los estudiantes, organizados en pequeños grupos, junto con los profesores de los IES tenían que realizar un trabajo de curso relacionado con los contenidos del proyecto y con la colaboración con varias asignaturas afines de ese mismo curso.
- Fase IV. Cada centro tenía que presentar sus proyectos en el salón de actos de la EIIC con el objetivo de compartir sus experiencias y conocer los trabajos realizados por los otros centros. En esta fase se pidió a los estudiantes que rellenaran el cuestionario final con el que intentar evaluar el impacto del proyecto.
- Fase V. Los IES debían generar un informe final, en el que presentaran los resultados obtenidos por su participación en el proyecto y remitirlo al Área de Vocaciones Científicas y Creatividad, STEAM, de la Consejería de Educación, Universidades, Cultura y Deportes del Gobierno de Canarias.

### 3. RESULTADOS

Este artículo se centra en los resultados obtenidos en el cuestionario inicial realizado al alumnado de 4º de la ESO al inicio del proyecto. El alumnado que responde a este cuestionario se divide en dos grupos. Por un lado, el grupo de estudio (GE) formado por las clases que participan en el proyecto y cursan la asignatura de tecnología. Y, por otro lado, el grupo de referencia (GR), con estudiantes que no participan en el proyecto.

El cuestionario está dividido en dos partes: la primera con información básica (nombre del instituto y género del alumnado); y, la segunda, basada en la escala de Likert, que muestra el nivel de acuerdo y desacuerdo de los estudiantes con las afirmaciones que figuran en la **Tabla 1**. En el GE se obtienen 321 respuestas válidas, y en el GR, 179. En el caso del primer grupo, la distribución del alumnado cuenta con un 40,5% de alumnas (130) y un 59,5% de alumnos (191). Este porcentaje de estudiantes distribuidos por género se intercambia en el GR pasando a ser un 57% de alumnas (102) y un 43% de alumnos (77). Esto evidencia de una manera muy directa la falta de vocaciones científico-tecnológicas en las estudiantes mujeres.

En las 3 primeras preguntas, que son genéricas y se refieren a los términos de sostenibilidad y cambio climático, casi no hay diferencias entre grupos y géneros. Se observó que todo el alumnado conocía estos términos, ya que se habían

mencionado antes en clase. La mayoría indica estar familiarizado con estos términos cuando se les pregunta por ellos, pero no son capaces de dar una definición. Esto fue observado por las y los colaboradores al visitar los IES.

La pregunta P4 aborda la capacidad de la ingeniería para mejorar la sostenibilidad. Se encontró una diferencia notable entre el GE y el GR. Más del 80% del GE cree que la ingeniería puede contribuir a que el mundo sea más sostenible. En cambio, el porcentaje es inferior en el GR, del 70%.

Del mismo modo, en P5 "Si aprendo ingeniería, podré mejorar cosas que la gente utiliza a diario", más del 80% del alumnado del GE respondieron con "Algo" o "Mucho". Además, tras la sesión en el IES, muchos estudiantes muestran una mejor comprensión del papel que desempeña la ingeniería en la sociedad. Sin embargo, los porcentajes son más bajos en el GR, ya que de este grupo aproximadamente el 70% de las chicas y el 65% de los chicos expresan estar de acuerdo.

Tabla 1. Enunciados segunda parte cuestionario inicial

P1	Tengo conciencia del cambio climático
P2	Me resulta familiar el término sostenibilidad
P3	En mi día a día realizo acciones que favorecen a la creación de un mundo más sostenible
P4	Creo que la ingeniería puede hacer que el mundo sea más sostenible
P5	Si aprendo ingeniería, podré mejorar cosas que la gente utiliza a diario
P6	Se me da bien construir y arreglar cosas
P7	Me gustaría utilizar la creatividad y la innovación en mi futuro trabajo
P8	Saber utilizar las matemáticas y la ciencia juntas me permitirá inventar cosas útiles.
P9	Me gustaría realizar una carrera universitaria
P10	Creo que puedo tener éxito en una carrera de ingeniería.
P11	Tengo interés en saber más sobre la ingeniería en diseño industrial
P12	Tengo interés en saber más sobre la ingeniería química y química industrial
P13	Tengo interés en saber más sobre la ingeniería geomática

La pregunta P6 se refiere a la percepción que tienen los alumnos de su capacidad para construir y arreglar cosas. Se observa claramente una diferencia entre las alumnas del GE y las de GR. El 43% de las alumnas del GE respondió "Nada" o "Un poco", mientras que el 62% de las alumnas del GR respondió lo mismo. De este modo, las alumnas del GE se perciben mejores en este ámbito, con un mayor porcentaje de respuestas en "Algo" y "Mucho", en comparación con los demás grupos, seguidas por los chicos del GE, después, los chicos del GR y, por último, las chicas del GR.

En la pregunta P7 se observa una diferencia significativa entre el GE y el GR. A más del 80% del alumnado del GE les gustaría utilizar la creatividad y la innovación en su futuro trabajo. Sin embargo, en el GR ese porcentaje es menor, sobre todo entre los estudiantes varones (58%). Esto parece indicar que el alumnado que cursa tecnología está significativamente más interesado en temas relacionados con la creatividad y la innovación que los que estudian otras asignaturas.

La pregunta P8 se centra en la utilidad de combinar conocimientos de matemáticas y ciencias para inventar cosas útiles. Aproximadamente el 75% del alumnado del GR, tanto chicos como chicas, respondieron "Algo" o "Mucho". Sin embargo, se observó una ligera diferencia en el GE entre géneros. Las alumnas consideraban más útiles las matemáticas y las ciencias (85%) que los alumnos (77%).

En cuanto al interés de cursar estudios universitarios, pregunta P9, los resultados coinciden con los datos nacionales actuales sobre educación (Ministerio de Educación y Formación Profesional 2021). Tanto en el GE como en el GR, se observa que más del 80% de las chicas desean obtener un título universitario. Por otro lado, el 15% de los chicos de GE respondieron "No", mientras que este porcentaje aumenta hasta el 30% en el caso de los chicos de GR.

En la pregunta P10 se explora la posibilidad de éxito en una carrera de ingeniería. Ambos géneros del GE respondieron más positivamente que los del GR. Sin embargo, al comparar las preguntas P6 y P10, se observa que las chicas de GE piensan que podrían tener éxito en menor proporción, aunque ya habían establecido previamente su capacidad para construir y arreglar cosas. Esto parece sugerir que las chicas no tienden a asociar estas habilidades con las carreras de ingeniería, lo que refleja la falta de vocaciones STEAM existente en las alumnas.

En cuanto al interés de los estudiantes por las distintas ramas de ingeniería que participaron en el proyecto, el GE eligió Diseño como primera opción, seguida de Química, y, por último, Geomática. El GR eligió Química, Diseño, y, por último, Geomática. Todos estos resultados se muestran en la Figura 1.

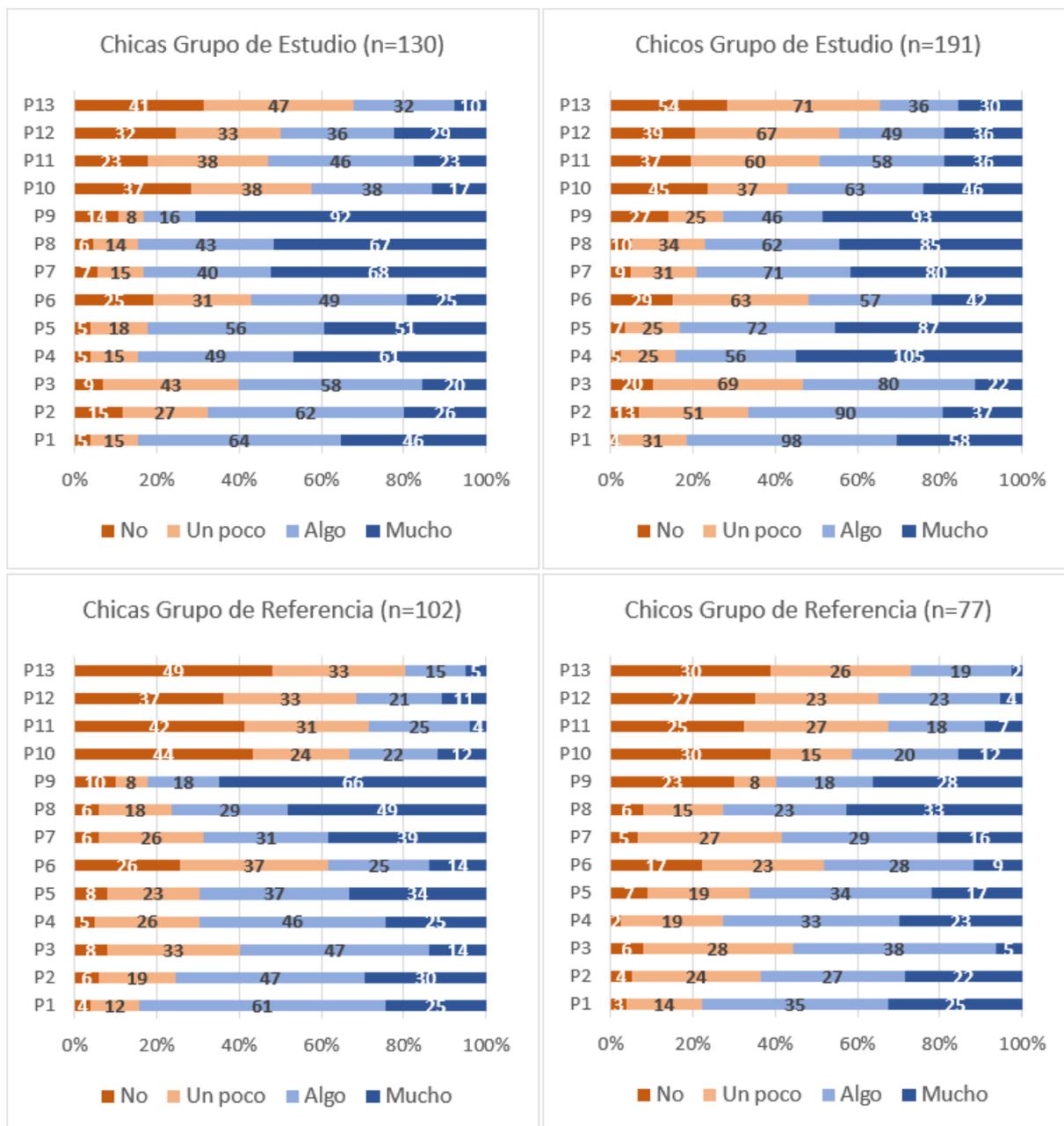


Figura 1. Resultados del cuestionario inicial

Al finalizar el proyecto, se llevó a cabo una segunda ronda de encuestas utilizando el mismo cuestionario con el fin de detectar posibles cambios en las respuestas del alumnado. Sin embargo, debido a diversas circunstancias, cinco de los dieciocho centros no pudieron completar el proyecto y, como resultado, no participaron en la encuesta. Esto resultó en una muestra de 121 participantes, de los cuales solo el 34% eran alumnas.

Al comparar las respuestas de ambas encuestas en la Figura 2, se observaron cambios significativos en algunas preguntas, mientras que en otras apenas se detectaron variaciones. Por ejemplo, en la pregunta P2, se observó un cambio notable, ya que se redujo a la mitad el número de estudiantes, tanto masculinos como femeninos, que indicaron que el término "sostenibilidad" les resultaba poco familiar o desconocido.

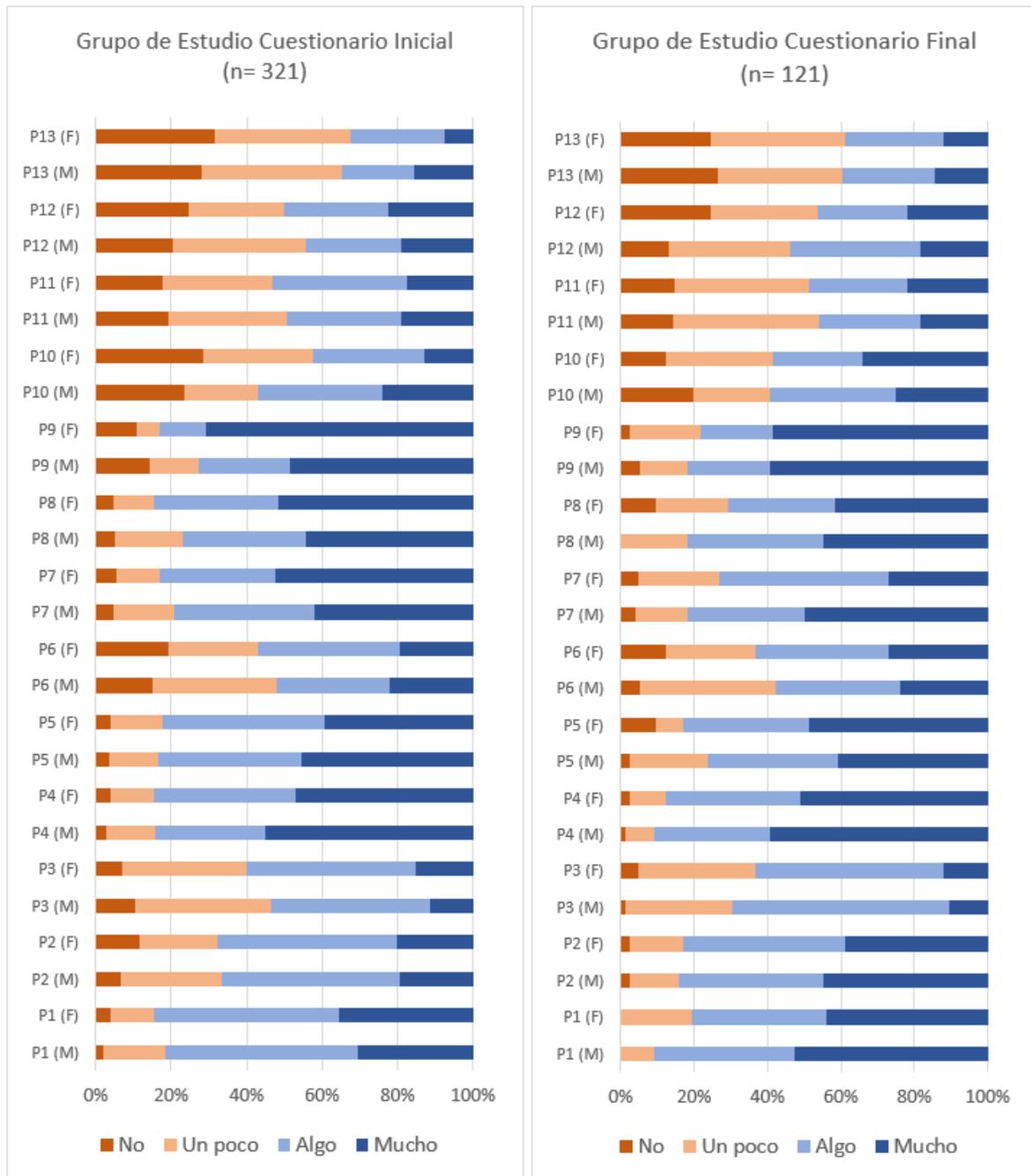


Figura 2 Comparativa de resultados del GE

En la pregunta P3, se notó un cambio en los estudiantes masculinos, con un aumento del 54% al 70% en aquellos que afirmaron realizar acciones diarias que favorecen la creación de un mundo mejor.

En cuanto a la pregunta P5, que trata sobre la capacidad de mejorar objetos de uso diario mediante la ingeniería, los alumnos casi duplicaron el porcentaje de respuestas que indicaban "Un poco", mientras que las alumnas aumentaron en el porcentaje de respuestas "No". Esto sugiere que, después de participar en el proyecto, las alumnas pueden no sentirse tan seguras para realizar tales mejoras.

En relación con la utilización de la creatividad y la innovación en su futuro trabajo, pregunta P7, las alumnas mostraron un resultado menos favorable, con un aumento del 10% en las respuestas que indicaban "Un poco" y una disminución del 25% en las respuestas "Mucho".

En cuanto a la pregunta P8, que se refiere al uso de las matemáticas y la ciencia para inventar cosas útiles, se observó un aumento en el porcentaje de respuestas por parte de los alumnos que indicaban "Algo", mientras que las alumnas duplicaron los porcentajes de respuestas que indicaban "No" o "Un poco".

En relación con el deseo de cursar una carrera universitaria, pregunta P9, las alumnas redujeron el porcentaje de respuestas "No", mientras que aproximadamente el 80% manifestó su interés en estudiar un grado universitario en mayor o menor medida. Por otro lado, los alumnos disminuyeron en un 10% el número de respuestas negativas respecto a cursar un grado universitario.

Por último, en la pregunta P10, que se refiere al posible éxito en una carrera de ingeniería, se observó que un 16% más de alumnas respondieron que no tendrían éxito en comparación con la encuesta anterior, mientras que los alumnos mantuvieron un porcentaje similar de respuestas.

Al comparar el cuestionario inicial con el final es perceptible un cierto impacto positivo del proyecto en el alumnado. Sin embargo, hay algunos datos que no han salido del todo favorables. Esto puede deberse al desconocimiento y percepción distorsionada, en un primer momento, del concepto "Ingeniería". Y que, por lo tanto, tras la experiencia de realizar el proyecto es posible que tengan una visión más realista. También, cabe destacar las limitaciones del estudio, como la falta de participación de algunos centros que no completaron todas las fases del proyecto.

#### 4. CONCLUSIONES

El trabajo colaborativo realizado entre el profesorado de la ULPGC en el proceso de diseño e implementación de este proyecto fue muy enriquecedor, ya que partiendo de distintas perspectivas formativas de la Ingeniería se logró crear un proyecto que involucrara a tres especialidades diferentes de Ingeniería. Este hecho es significativo, ya que los tres ámbitos de conocimiento son muy diferentes, pero mediante un proceso integrador se logró realizar un proyecto con un único objetivo. Este aspecto era fundamental para transmitir al alumnado de secundaria el concepto de Ingeniería en su más amplio significado.

Este proyecto ha servido como un eslabón más que facilita el necesario acercamiento entre la Enseñanza Universitaria y las Enseñanzas Medias. En el caso del ámbito de las Ingenierías, este acercamiento es imprescindible teniendo en cuenta el decrecimiento de alumnado que se ha incorporado a estos estudios en los últimos años. En este sentido, los datos estadísticos recabados y las conversaciones con el profesorado de secundaria participante en el proyecto indican que el alumnado valora la experiencia como muy positiva y les ha mostrado diferentes ámbitos profesionales vinculados con la Ingeniería que desconocían. Por otra parte, el profesorado que imparte las asignaturas de Tecnología en secundaria considera que este acercamiento y difusión de la proyección profesional en el ámbito de la Ingeniería es fundamental para promover vocaciones en el ámbito tecnológico, ya que ven con mucha preocupación que la asignatura de Tecnología es elegida por un número cada vez más escaso de alumnado en secundaria.

El doble acercamiento realizado en este proyecto, del profesorado de la EIIC a los centros de secundaria y el profesorado y alumnado de secundaria a la EIIC, ha permitido el intercambio de experiencias y de conocimiento de las diferentes realidades educativas en ambas direcciones. Este conocimiento es interesante para ambas partes, ya que el profesorado de secundaria tiene conocimiento de primera mano de la oferta educativa y las condiciones en las que se desarrollan en el ámbito universitario de las Ingenierías y, por otra parte, el profesorado de la ULPGC también tiene información de primera mano de la calidad y condiciones en las que se desarrolla la docencia en los centros de secundaria.

Esta experiencia ha resultado gratificante para los participantes en el proyecto por parte de la ULPGC, pero ha requerido de un gran esfuerzo para poder llevarla a cabo por los múltiples compromisos en actividades de gestión e investigación de los docentes participantes. Ha sido de gran ayuda la participación y colaboración de estudiantes de la ULPGC, que solo ha sido posible en uno de los subproyectos. Se ha observado que la menor diferencia de edad con los estudiantes de secundaria ha supuesto un elemento diferenciador significativo. También se ha observado que al ser la mayoría de estos estudiantes mujeres, las chicas de los diferentes grupos de todos los institutos participaban de forma más activa y valoraban mejor sus opiniones al ser unos referentes cercanos de valor para ellas.

Se considera interesante para futuros proyectos similares, la orientación de los mismos a estudiantes de cursos inferiores, último ciclo de educación primaria o primero de educación secundaria. Es en esa franja de edades donde la bibliografía científica señala que se consolidan las vocaciones científicas, y por tanto, se podría alcanzar un mayor impacto. Esto obligaría a realizar un intenso ejercicio de adaptación en el tipo de actividades a plantear para adecuarlas a su edad y motivaciones.

## REFERENCES

- [1] Ministerio de Universidades. 2022. “Datos y Cifras Del Sistema Universitario Español.”
- [2] Ng, Wan, and Jennifer Fergusson. “Engaging High School Girls in Interdisciplinary STEAM.” *Science Education International* 31 (3): 283–94 (2020).
- [3] Longe, Omowunmi Mary, Oladunni Bimpe Imoukhuede, Adebukola Adebusayo Obolo, and Khmaies Ouahada. “A Survey on the Experiences of Women in Engineering: An Institutional Study.” In *IEEE AFRICON Conference*. Vol. 2019-September. Institute of Electrical and Electronics Engineers Inc. (2019)
- [4] Corbalan, Montserra, Inmaculada Plaza, Eva Hervas, Emiliano Aldabas, and Francisco Arcega. “Reduction of the Students’ Evaluation of Education Quality.” In *Federated Conference on Computer Science and Information Systems*, 713–19. (2013)
- [5] Marsh, Herbert W, Javier Touron, and Barbara Wheeler. “STUDENTS’ EVALUATIONS OF UNIVERSITY INSTRUCTORS: THE APPLICABILITY OF AMERICAN INSTRUMENTS IN A SPANISH SETTING.” (n.d.)

## Percepciones del estudiantado de *English as a Medium of Instruction (EMI)* en el Grado en Ciencias del Mar

José Alberto Herrera-Melián<sup>a</sup>, Ignacio Alonso-Bilbao<sup>b</sup>, Soraya García-Sánchez<sup>c</sup>

<sup>a</sup>Departamento de Química, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Edificio de Ciencias Básicas, 35017, Campus de Tafira, España; <sup>b</sup>Departamento de Física, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Edificio de Ciencias Básicas, 35017, Campus de Tafira, España; <sup>c</sup> Departamento de Filología Moderna, Traducción e Interpretación, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria, Edificio de Ciencias Básicas, 35004, Campus del Obelisco, España

### ABSTRACT

Un alto nivel de competencia en inglés aumenta las posibilidades de encontrar empleo de calidad para el estudiantado universitario. Por tanto, la mejora de la competencia idiomática debería ser uno de los objetivos claves en cada una de las fases del sistema educativo actual. Sin embargo, el sistema educativo universitario español no logra un nivel de adquisición destacado de esta competencia comunicativa, al menos, en comparación con otros países europeos. Al objeto de mejorar la competencia idiomática de nuestro alumnado, algunos profesores del Grado de Ciencias del Mar de la ULPGC hemos iniciado la impartición de un porcentaje de nuestras asignaturas en inglés. Esto ha supuesto un importante esfuerzo para el profesorado en cuanto a la preparación del contenido, la actualización del léxico y de la metodología, pero también para el alumnado, y es evidente que el éxito de esta iniciativa depende de su aceptación en ambos grupos. Por tanto, el objetivo de este estudio ha sido recabar la opinión del alumnado, mediante encuestas Likert. Los resultados obtenidos indican que: 1) Más del 60 % del estudiantado está de acuerdo o muy de acuerdo con la docencia en inglés en el Grado de Ciencias del Mar. 2) Las clases más adecuadas para ser impartidas en inglés serían las de teoría y los seminarios. 3) El porcentaje óptimo de impartición en inglés del Grado sería el 20-40 %. 4) Los aspectos que dificultan la asimilación de contenidos impartidos en inglés son, en ese orden: la dificultad de los contenidos, el nivel de inglés del alumnado, el nivel del profesorado. Por último, se discuten algunas acciones que, desde la Dirección de Política Lingüística del Vicerrectorado de Grados, Posgrados y Nuevas Titulaciones de la ULPGC, se están desarrollando para favorecer la internacionalización de los programas formativos con docencia en inglés, la formación metodológica del profesorado y la comunicativa para el profesorado y el alumnado en la lengua inglesa en nuestra universidad.

**Palabras clave:** IFE, EMI, opinión del alumnado, Grado de Ciencias del Mar, Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

### 1. INTRODUCTION

El bilingüismo puede ser definido como el uso diario de más de una lengua<sup>1</sup>. Los beneficios del bilingüismo en los campos educativo y profesional son conocidos. Por ejemplo, Ginsburgh and Prieto-Rodríguez<sup>2</sup> encontraron que los trabajadores con conocimientos del inglés incrementaban sus sueldos entre un 11% en Austria y un 39% en España. Guo y Sun<sup>3</sup> estudiaron las ventajas derivadas de un alto dominio del inglés en graduados universitarios en la China continental. Los principales beneficios fueron: i) efecto significativo sobre sus salarios iniciales; ii) mayor probabilidad para los graduados provenientes de zonas rurales de obtener residencia permanente en las ciudades en las que obtener su primer trabajo; iii) mayor probabilidad de ser admitidos en estudios avanzados, lo cual aumentaría sus sueldos futuros, y iv) mayor posibilidad de oportunidades de trabajo en compañías extranjeras, en las que los sueldos medios eran mayores. Además, existen beneficios para la salud en términos asociados al entrenamiento cerebral adicional de los bilingües. Estos beneficios son también evidentes en la tercera edad, cuando comienza el deterioro cerebral y su impacto en el funcionamiento del cerebro depende del entrenamiento del cerebro en la infancia y la adolescencia. Numerosos estudios han demostrado el impacto positivo del bilingüismo en la salud del cerebro al mantenerlo joven durante más tiempo y conferir un retraso de aproximadamente 5 años en el desarrollo del mal Alzheimer<sup>1,4</sup>.

La fundación *Education First*<sup>5</sup> realizó un estudio sobre el nivel de inglés de 111 países, en el que España alcanza una puntuación de 545 puntos, lo que supone un “Dominio moderado”, frente al máximo de Países Bajos con 661 (Dominio

muy alto). El estudio redonda en la clara correlación positiva entre el mayor nivel de este idioma y varios índices de desarrollo tales como la economía, la innovación, el capital humano, la movilidad social y la igualdad de género, entre otros, tratándose de un círculo virtuoso que se retroalimenta. Tal y como se indica en el documento: “Los lugares con un compromiso sólido con el resto del mundo (a nivel económico, científico, diplomático, etc.) necesitan el inglés, por lo que este se convierte en una prioridad”.

El caso particular de Canarias es paradigmático ya que, a pesar de la alta dependencia exterior de su economía, en particular del turismo, comercio y transporte, es la segunda comunidad autónoma con peor nivel de inglés, al sumar 506 puntos, sólo por delante de Extremadura. El informe concluye con una serie de recomendaciones para docentes, escuelas y universidades, entre las que destacan las de “incluir requisitos de dominio del inglés en todas las carreras universitarias”, y “permitir que las materias sean impartidas en inglés si tanto el docente como los estudiantes cumplen con el requisito del nivel de inglés”. Sin embargo, hoy hay escasos programas de estudio en inglés en las universidades públicas canarias, por lo que algunos autores han propuesto la implantación de programas bilingües y la promoción del profesorado capaz de impartirlo en ese idioma<sup>6</sup>.

En este sentido, uno de los logros más importantes en la educación superior de las últimas décadas ha sido el rápido desarrollo de *English as a Medium Instruction* (EMI). EMI se refiere al uso del inglés para enseñar materias diversas en lugares en los que el idioma no es oficial<sup>7</sup>. La mayor ventaja de EMI sería la adquisición simultánea del conocimiento de la asignatura y de la competencia lingüística<sup>8</sup> en un contexto bilingüe. Aunque la metodología EMI se inició en Europa, se ha expandido con rapidez, y actualmente es un fenómeno global que ha llegado a Latinoamérica y Asia, con el fin de mejorar los programas bilingües y la internacionalización de las universidades. En Japón y China, tanto la subvención estatal como los rankings de calidad están condicionados por la presencia de docencia EMI. La capacidad de enseñar en inglés se está convirtiendo en un criterio importante a la hora de contratar profesorado, de forma que al nuevo profesorado se le solicita impartir cursos en inglés, y a muchos estudiantes se les requiere haber recibido un número mínimo de clases EMI para graduarse<sup>7</sup>.

Además, para que estos programas tengan éxito, no se trata sólo de formar al profesorado sino paralelamente al alumnado. Sin duda, la actitud del estudiantado ante la docencia universitaria en inglés determinará el éxito de su implantación. Desgraciadamente, según Roca y col., existen pocos estudios sobre la opinión de los alumnos sobre la conveniencia de la impartición de clases en inglés en sus grados universitarios<sup>9</sup>. Estos autores estudiaron el grado de aceptación de los alumnos de tercer curso respecto a cursar en inglés la asignatura “Enfermedades Infecciosas” del Grado de Medicina de la Universitat Jaume I de Castellón. Se empleó un cuestionario que fue respondido por 58 alumnos, de los cuales el 56,9% indicó que les parecía bien o muy bien recibir la docencia de la asignatura en inglés. Sin embargo, el 27,6% indicó que les parecía mal o muy mal la iniciativa. Además, el 67,2% indicó que el hecho de impartirla en inglés les supondría una dedicación superior a la habitual. Barrios et al.<sup>8</sup> analizaron la satisfacción del alumnado con un curso parcial en EMI, en el Grado de Ciencias de la Educación de una universidad española. Sus resultados mostraron que: i) el grado de satisfacción fue moderado, ii) habían mejorado sus habilidades en el idioma, y iii) el nivel idiomático del profesorado fue inferior al esperado. Sin embargo, la docencia EMI genera dudas tanto a estudiantes como a profesores, siendo el dominio del idioma, por parte de ambos, una de las mayores limitaciones de su eficacia<sup>7</sup>. Por otro lado, Dafouz y Camacho-Miñano<sup>10</sup> estudiaron el impacto de EMI en el desarrollo académico del alumnado. Así, compararon los conocimientos adquiridos por el estudiantado EMI con los de los alumnos que siguieron el curso totalmente en español en la asignatura de “Contabilidad Financiera I” en una universidad española durante 4 cursos académicos (2010–2014). Su principal conclusión fue que los estudiantes EMI no obtenían puntuaciones más bajas.

Al objeto de determinar la aceptación por parte del estudiantado de la docencia EMI en las asignaturas de “Contaminación Marina” y “Oceanografía Geológica” del Grado de Ciencias del Mar de la ULPGC, se han realizado diversas encuestas durante varios cursos académicos.

## 2. MATERIAL Y MÉTODO

Las asignaturas objeto de este estudio “Contaminación Marina” y “Oceanografía Geológica” constan de 6 créditos ECTS y se imparten en el tercer curso del Grado, pero en semestres distintos. “Contaminación Marina” se ofrece a partes iguales

por los Departamentos de Biología y Química, mientras que “Oceanografía Geológica” se imparte por el Departamento de Física. La docencia de ambas asignaturas se distribuye en 3 tipos de clases:

- clases de teoría, normalmente clases magistrales de 1 h, se imparten a toda la clase, y la asistencia no es obligatoria.
- seminarios, para grupos formados por la mitad de la clase, se plantean como talleres para profundizar en aspectos concretos de la asignatura. Normalmente se realiza una tarea evaluable y la asistencia es obligatoria,
- prácticas de campo y laboratorio, en sesiones de 2-3 h, que requieren de asistencia y elaboración de un informe evaluable.

En ambas asignaturas se ha impartido parte de las clases de teoría en inglés. En la asignatura de “Oceanografía Geológica” se impartían 20-30 minutos en inglés y el resto en español, mientras que en “Contaminación Marina” se impartía toda la hora. Toda la bibliografía que se facilitó a los estudiantes estaba en ese idioma. Una vez terminadas las asignaturas, se ha recabado la opinión de los alumnos sobre esta experiencia empleando cuestionarios basados en la escala Likert, que cuestiona su grado de acuerdo (5 puntos) o desacuerdo (1 punto) con una frase. La encuesta fue realizada al alumnado de la asignatura de diferentes cursos, al objeto de tener una muestra lo más grande posible. Fue respondida por un total de 141 participantes de 5 cursos académicos distintos. El porcentaje de estudiantes que respondieron los cuestionarios osciló entre el 67 y el 85 % del total de los alumnos de la asignatura, por lo que se consideran muestras representativas. Sin embargo una de las limitaciones de este estudio es que no se recabaron otros datos tales como género, nivel de inglés o si se era repetidor/a. La Tabla 1 muestra los cursos, número de respuestas y preguntas realizadas en cada curso.

Tabla 1. Curso, número de respuestas (N) y preguntas realizadas.

Curso académico	N	Asignatura	Preguntas
2017-2018	33	Contaminación Marina	- Deberían impartirse asignaturas o partes de ellas en inglés.
2018-2019	22	Contaminación Marina	- Lo mejor sería impartir en inglés: i) teoría, ii) seminarios, iii) prácticas. - Del Grado se debería impartir en inglés (%): 0, < 20, 20-40, > 40.
2019-2020	33	Oceanografía Geológica	- El número de clases en inglés: Son demasiadas, están bien, deberían ser más - Las clases en inglés son útiles.
2020-2021	36	Contaminación Marina	- Estoy satisfecho con la experiencia. - Habría aprovechado mejor las clases si: i) mi nivel de inglés fuera mejor, ii) el contenido de la asignatura fuera más sencillo, iii) el nivel de inglés del profesor fuera mejor. - Del Grado se debería impartir en inglés (%): 0, < 20, 20-40, > 40. - Creo que más profesores se deberían animar a impartir clases en inglés.
2022-2023	17	Contaminación Marina	- Realmente el inglés no es tan importante para nuestra formación. - En el Grado deberían impartirse varias asignaturas o partes de ellas en inglés. - Lo mejor sería impartir en inglés: i) teoría, ii) seminarios, iii) prácticas, iv) todo. - Del Grado se debería impartir en inglés (%): 0, < 20, 20-40, > 40.

Como puede observarse, se formulan 3 tipos de preguntas:

- Preguntas Tipo 1. Orientadas a identificar si el alumnado percibe la importancia y conveniencia de recibir clases en inglés:
  - o Deberían impartirse asignaturas o partes de ellas en inglés.

- Creo que más profesores se deberían animar a impartir clases en inglés.
  - Realmente el inglés no es tan importante para nuestra formación.
  - En el Grado deberían impartirse varias asignaturas o partes de ellas en inglés.
  - Las clases de inglés son útiles.
- Preguntas Tipo 2. Sobre qué formato de clases serían las más adecuadas para ser impartidas en inglés:
- Lo mejor sería impartir en inglés: i) teoría, ii) seminarios, iii) prácticas.
- Preguntas Tipo 3. sobre el porcentaje de la docencia que debería ser impartida en ese idioma:
- Del Grado se debería impartir en inglés (%): 0, < 20, 20-40, > 40.
  - El número de clases en inglés: Son demasiadas, están bien, deberían ser más

Además, en el curso 2020-2021 se preguntó por las posibles causas que podrían haber reducido la eficiencia de las clases (nivel de inglés de profesor y alumnos y complejidad de la asignatura).

### 3. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

#### 3.1. Preguntas Tipo 1. Conciencia de la importancia de recibir clases en inglés

La Tabla 2 muestra las preguntas tipo 1 y los valores medios de las respuestas obtenidas, para cada caso. Obsérvese que la tercera pregunta (“Realmente el inglés no es tan importante para nuestra formación”) es una pregunta de contraste para verificar la validez de las respuestas.

Tabla 2. Valores medios de Likert para las preguntas Tipo 1.

Pregunta	Valor medio
Deberían impartirse asignaturas o partes de ellas en inglés.	3.8 – 4.04
Creo que más profesores se deberían animar a impartir clases en inglés.	3.5
Realmente el inglés no es tan importante para nuestra formación.	2.1
En el Grado deberían impartirse varias asignaturas o partes de ellas en inglés.	4.1
Las clases en inglés son útiles	3.3

La pregunta “Deberían impartirse asignaturas o partes de ellas en inglés” fue respondida por 55 alumnos de los cursos 2017-2018 y 2018-2019. A modo ilustrativo, la Figura 1 muestra la distribución de respuestas para ambos cursos. En el primer caso, se obtuvo una puntuación media de 3.8 y en el segundo de 4.04 (Tabla 2), que pueden considerarse similares. Teniendo en cuenta que la puntuación máxima que se puede obtener es un 5, puede indicarse que, en general, hay un grado medio-alto de conciencia por parte del alumnado de la importancia de recibir docencia en ese idioma.

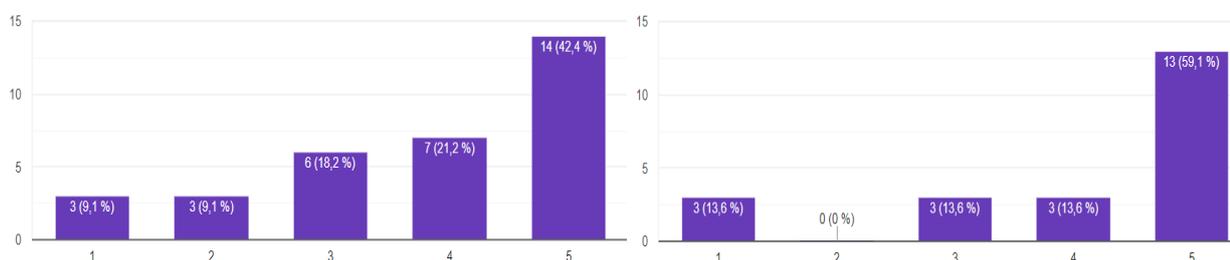


Figura 1. Respuestas de la pregunta “Deberían impartirse asignaturas o partes de ellas en inglés” para los cursos 2017-2018 (izq.) y 2018-19 (derecha).

De hecho, en torno al 63-73 % del estudiantado de la asignatura de “Contaminación” está muy o totalmente de acuerdo (puntuaciones de 4 y 5) con la docencia en inglés en el Grado de Ciencias del Mar. Sin embargo, no debe desdénarse el hecho de que un porcentaje significativo del alumnado, entre el 14 y el 20 %, mostraran su total oposición a la docencia con el método EMI. Este resultado es importante, ya que puede determinar el éxito de los programas EMI, y puede estar relacionado con un conocimiento deficiente de la lengua<sup>11,12</sup>. De hecho, se ha relacionado el dominio del idioma por parte de los estudiantes con muchos de los problemas de la clase EMI, tales como problemas para comprender las lecciones y conferencias, normas disciplinarias, hacer y responder preguntas, necesitar más tiempo para completar el curso y una mayor probabilidad de abandonar los estudios<sup>7</sup>. En el caso de los estudiantes de secundaria de Hong Kong, el dominio del inglés fue el factor con mayor influencia directa e indirecta en el rendimiento académico en ciencias. Por lo tanto, la instrucción en idiomas mixtos parecía ser más beneficiosa que la instrucción puramente en inglés cuando se enseña ciencia<sup>12</sup>. En el caso de la ULPGC, si se desea tener éxito en la implantación de EMI, es necesario mejorar el dominio del inglés del estudiantado, ya que la mayoría no cuenta con un nivel B2 certificado.

### 3.2. Preguntas Tipo 2. Clases más adecuadas para ser impartidas en inglés.

Tal como se indicó anteriormente, la asignatura está conformada por 3 tipos de clases con estructuras y dinámicas muy distintas entre sí: teoría, seminarios y prácticas de laboratorio. En este estudio se impartieron en inglés sólo las sesiones de teoría, 2.5 h en “Oceanografía Geológica” y 8 h en “Contaminación Marina”. En contrapartida, para facilitar el trabajo al alumnado, se les proveyó de apuntes de los temas impartidos, también en inglés, y elaborados por el equipo docente. Sin embargo, dadas las diferencias entre los distintos tipos de clases, quisimos conocer su opinión sobre cuál sería el más adecuado para ser impartido en inglés. La Figura 2 muestra los resultados obtenidos. Las clases de teoría y los seminarios serían las más adecuadas para ser impartidas en inglés. Sin embargo, en el curso 2022-2023, se introdujo la posibilidad de responder que todo el Grado debería ser impartido en inglés, a lo cual respondieron favorablemente un 17.6 % de los encuestados. Esto puede tomarse como una prueba del alto nivel de concienciación de una parte del alumnado sobre la importancia de la competencia en el idioma. A su vez, estos resultados deberían hacer reflexionar al profesorado de Inglés para Fines Específicos (IFE) y EMI, sobre esta clara oportunidad de mejora de nuestro sistema educativo, con repercusiones muy positivas a niveles profesionales, socio-económicos y sanitarios<sup>2-4</sup>.

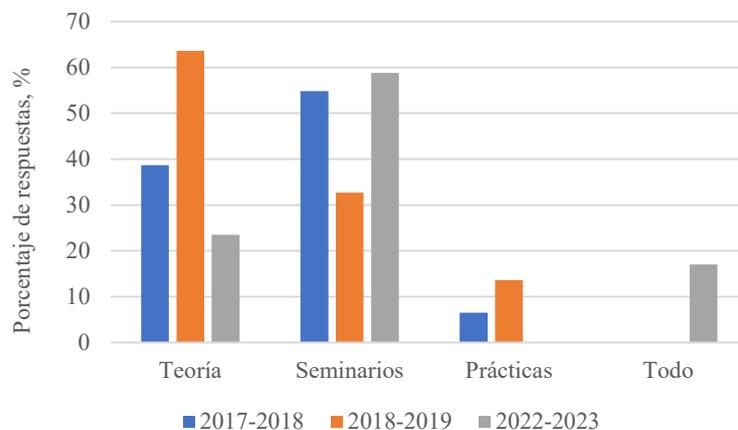


Figura 2. Respuestas sobre el formato de clase de “Contaminación” más adecuado para ser impartidas en inglés.

### 3.3. Preguntas Tipo 3. Sobre el Porcentaje óptimo de la docencia en inglés

A la hora de implementarse docencia en inglés en los títulos universitarios, la primera cuestión que surge es en qué porcentaje. Hasta ahora no se ha ofrecido la impartición de una asignatura de inglés o en inglés en el Grado de Ciencias del Mar, y el 5 % mínimo establecido por el Gobierno de Canarias (Decreto 168/2008) ha sido asignado a la escritura y

defensa del Trabajo de Fin de Grado (TFG) en ese idioma. Varios alumnos han expresado su disconformidad con este criterio, ya que no han contado con ninguna ayuda formativa para mejorar el dominio del idioma y, por consiguiente, preparar la defensa del TFG. Una propuesta sería la impartición de sesiones orientadas a la mejora del inglés académico y profesional (IFE), con el fin de favorecer la preparación del TFG en inglés (de manera oral y escrita). En este contexto universitario debe considerarse el nivel que supone la redacción y defensa oral de un TFG que, según establece el Marco Común Europeo de Referencia de las Lenguas (MCER) no es un B1, sino al menos un B2, dependiendo del tipo de trabajo.

Las dos preguntas planteadas a los estudiantes siguen planteamientos diferentes: mientras la primera de las cuestiones “Del Grado se debería impartir en inglés (%): 0, < 20, 20-40, > 40” hace referencia a todo el grado en Ciencias del Mar, la segunda “El número de clases en inglés: Son demasiadas, están bien, deberían ser más” hace referencia exclusivamente a la materia de “Oceanografía Geológica”, en la que se habían impartido aproximadamente 2,5 h en inglés distribuidas en 6 sesiones de 1h.

Los resultados de las encuestas a la primera de las cuestiones se ilustran en la Figura 3. Aun teniendo en cuenta que la docencia en inglés supone mayor esfuerzo para el alumnado, llama la atención que las dos opciones con más consenso fueron las de mayor carga. Así, la opción del 20-40 %, con porcentajes medios del 50 % que oscilaron entre el 27 % el curso 2018-2019, hasta el 71 % el curso 2022-2023. En segundo lugar, la opción de máxima carga de > 40 %, fue escogida por una media del 35 % del estudiantado, oscilando entre el 24 % y 54 %.

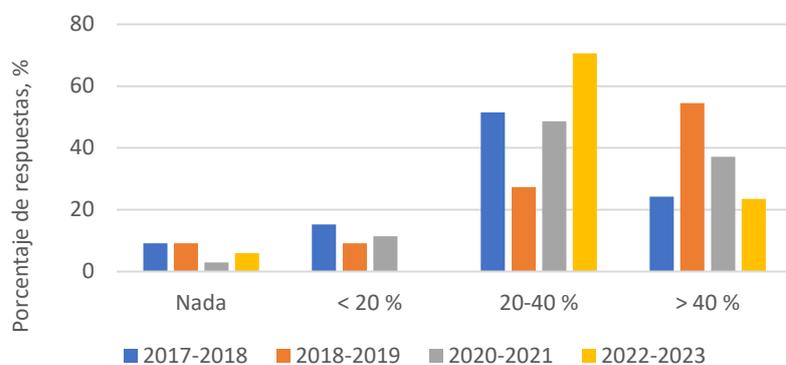


Figura 3. Distribución de respuestas sobre el porcentaje óptimo de docencia en inglés del Grado para los diferentes cursos.

Respecto a la pregunta “El número de clases en inglés: Son demasiadas, están bien, deberían ser más”, los resultados muestran claramente que únicamente el 6% de los encuestados consideraban que 2.5 h sobre un total de 6 h era excesivo, y al 42% le hubiese gustado que se impartiera aún más docencia en inglés (Figura 4).

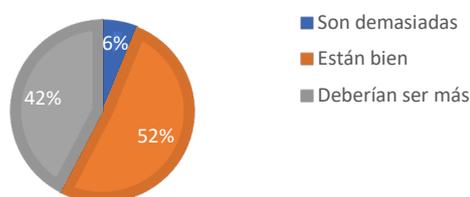


Figura 4. Respuestas a la pregunta “El número de clases en inglés: Son demasiadas, están bien, deberían ser más” de Oceanografía Geológica.

### 3.4. Posibles impedimentos para una comunicación eficiente en inglés en el aula

Ya se ha indicado previamente que el nivel de inglés del profesorado y estudiantes es clave en el éxito de EMI. Al objeto de indagar sobre esta cuestión se preguntó al estudiantado sobre este aspecto. La Figura 5 muestra la opinión de los alumnos (36 respuestas) sobre las posibles causas que pueden reducir su aprovechamiento de las clases EMI, en particular, su nivel de inglés y el del profesorado y la complejidad de la asignatura.

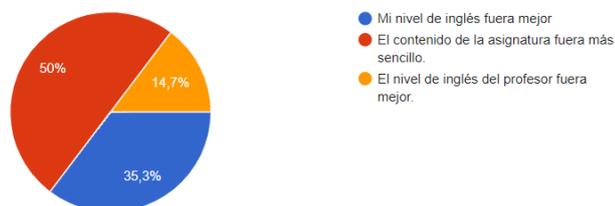


Figura 5. Respuestas sobre las posibles causas que reducen la eficiencia de la comunicación en inglés.

Como puede observarse, la mitad del alumnado indica que la principal causa que puede reducir la eficiencia de la comunicación en inglés es la complejidad de la materia impartida. Es evidente que las asignaturas más adecuadas para su impartición en inglés son las más descriptivas, suponiendo que sean éstas las más asequibles para los estudiantes. Hay que recalcar que puede ser necesario reducir contenidos a la hora de impartir una asignatura en inglés, atendiendo sólo a los más importantes, ya que los alumnos ya realizan un importante esfuerzo de comprensión y expresión del contenido en inglés. En segundo lugar, con un 35 % de respuestas, figura su propio nivel de competencia en el idioma. Sin embargo, uno de los resultados esperables de este proyecto sería mejorar su nivel idiomático. En este punto es importante aclarar que el profesor EMI no es un profesor de inglés, ya que no tiene esa competencia, ni objetivo, ni la formación lingüística y pedagógica adecuada. Debería existir una colaboración entre ambos perfiles de docentes (EMI e IFE) para optimizar el proceso de implantación de la docencia EMI. Se trata de que el alumnado sea capaz de usar el idioma en clase tal como se haría en un contexto internacional por hablantes no nativos, tal como ocurre en un curso, en una estancia en el extranjero o en el marco del programa Erasmus. Por tanto, es evidente que el uso del inglés en clase ayudará a mejorar la competencia lingüística de los alumnos, y que tanto ellos como los profesores deben estudiarlo para minimizar errores, pero la docencia reglada de la lengua corresponde al profesional docente habilitado para ello. Por último, cerca de un 15 % de los estudiantes considera que habría mejorado su aprovechamiento de las clases en inglés si el nivel del profesor hubiera sido mejor. Este resultado coincide con el obtenido por Barrios et al.<sup>8</sup> quienes encontraron que el alumnado esperaba un mayor dominio del idioma por parte de los profesores de una universidad española. Es evidente que la docencia EMI entraña diferentes retos tales como la disponibilidad de profesores con un alto dominio del inglés y de metodologías docentes interactivas centradas en el alumnado. Por tanto, la existencia de programas de formación del profesorado será clave en el éxito de la implementación de programas EMI<sup>13</sup>.

Como puede deducirse de este estudio, la implementación de un programa EMI en la universidad española es más que deseable dados los beneficios que puede reportar, especialmente al estudiantado. Un programa de estas características tiene que considerar aspectos de naturalezas muy diversas, incluyendo los formativos, pero también administrativos, e incluso legales. Desde que se aprobó el Decreto 168/2008, la ULPGC continúa desarrollando su política lingüística atendiendo a la formación de la comunidad universitaria e incentivando el aprendizaje de una segunda lengua (especialmente el inglés) dentro y fuera del aula. Hoy, la metodología EMI y sus variantes (English as a Medium of Education - EME, English-medium of Education in Multilingual University Settings – EMEMUS<sup>14</sup>) es clave en la internacionalización de la institución. Se pone el foco en el inglés por ser la lengua franca, empleada por hablantes de distintos idiomas con el objetivo de avanzar hacia una educación de calidad (ODS 4) que sea diversa e inclusiva, no sólo con la adquisición de conocimientos específicos del Grado de Ciencias del Mar, sino también con habilidades comunicativas en inglés, e idealmente en otras lenguas. De esta forma se podrá afrontar los retos cambiantes que demanda la sociedad del futuro, y que, a su vez, establece el Consejo Europeo y la reciente Ley Orgánica del Sistema Universitario (LOSU, marzo de 2023) en cuanto a internacionalización de la universidad. Por tanto, la oferta de asignaturas IFE y EMI permitiría mejorar el nivel idiomático de nuestro estudiantado y aumentar sus probabilidades de éxito en contextos multilingües y multiculturales.

#### 4. CONCLUSIONES

En este estudio se ha evaluado la percepción del alumnado sobre la docencia en inglés en dos asignaturas del Grado de Ciencias del Mar de la ULPGC. Los resultados indican que la mayoría, en torno al 60 %, está de acuerdo o muy de acuerdo con esta experiencia. Sin embargo, una parte no desdeñable de los encuestados (10-20 %) está totalmente en contra, ya que supone más esfuerzo, y quizá su nivel no sea suficiente para afrontar la metodología EMI. Según la opinión de los alumnos, las clases de teoría (método expositivo) y seminarios (tipo taller) son las más adecuadas para ser impartidas en inglés, y el porcentaje de docencia del grado en Ciencias del Mar que debería ser impartido en este idioma sería 20-40 %. Las principales dificultades del enfoque EMI se corresponden con el contenido de la asignatura, el nivel de inglés del estudiantado, y del profesorado, en ese orden. Los resultados demuestran que el alumnado está convencido de los beneficios de implementar programas EMI. Sin embargo, esta implementación, a gran escala en la ULPGC, supone un reto complejo que debe afrontarse paulatinamente y desde diversos frentes, no sólo docentes sino administrativos y legislativos, por lo que sería deseable la redacción, debate y aprobación de un Plan de Implantación de la Metodología EMI en la universidad pública española.

#### REFERENCES

- [1] Spitzer, M., “Bilingual benefits in education and health,” *Trends Neurosci. Edu.* 5, 67–76 (2016).
- [2] Ginsburgh, V. A. and Prieto-Rodríguez, J., “Returns to Foreign Languages of Native Workers in the EU,” *Ind. Labor Relat. Rev.* 64, 599–618 (2011).
- [3] Guo, Q. and Sun, W., “Economic returns to English proficiency for college graduates in mainland China,” *China Econ. Rev.* 30, 290–300 (2014).
- [4] Albán-González, G. and Ortega-Campoverde, T., “Relationship between bilingualism and Alzheimer’s,” *Suma Neg.* 5(11) 126-133 (2014).
- [5] Education First, EF EPI. Índice EF de nivel de inglés. Una clasificación de 111 países y regiones en función de su nivel de inglés. Consulted 30<sup>th</sup> June 2023. Available at: <https://www.ef.com.es/epi/>
- [6] Santamarta, J. C. and Mora-Guanche, A., “Impact of Erasmus Master Programmes on Regional Innovation and Higher Education: The case of the Canary Islands,” *Procedia Soc. Behav. Sci.* 191, 1255 – 1260 (2015).
- [7] Galloway, N., Numajiri, T., & Rees, N., “The ‘internationalisation’, or ‘Englishisation’, of higher education in East Asia”. *High. Educ.*, 80(3), 395–414 (2020). <https://doi.org/10.1007/s10734-019-00486-1>
- [8] Barrios, E., López-Gutiérrez, A., López-Agudo, L. “Language-related perceptions: How do they predict student satisfaction with a partial English Medium Instruction in Higher Education?” *J. English Acad. Purp.* 57, 101121, (2002).
- [9] Roca, B., Gironés, G., Roca, M. y Díaz, D., “Actitud de los alumnos del Grado de Medicina de una universidad pública española ante la utilización del inglés como lengua vehicular de la enseñanza,” *Educ Med* 16(4), 223-226 (2015).
- [10] Dafouz, E. and Camacho-Miñano, M. M., “Exploring the impact of English-medium instruction on university student academic achievement: The case of accounting.” *English for Specif. Purp.* 44, 57–67, (2016).
- [11] Doiz, A., Lasagabaster, D., & Sierra, J. M. (2013). English as L3 at a Bilingual University in the Basque Country, Spain. In A. Doiz, D. Lasagabaster, & J. M. Sierra (Eds.), *English-medium Instruction at Universities Worldwide: Global Challenges* (pp. 84–105). Bristol: Multilingual Matters.
- [12] Pun, J. and Jin, X., “English medium of instruction in science learning: A path analysis”. *System* 109, 102867, (2022).
- [13] Ball, P., & Lindsay, D. (2013). Language demands and support for English-medium Instruction in tertiary education. *Learning from a Specific Context*. In D. Doiz, D. Lasagabaster, & J. Sierra (Eds.), *Englishmedium Instruction at Universities World-wide: Global Challenges* (pp. 44–61). Bristol: Multilingual Matters
- [14] Milne, E. D. (2021). Crossing disciplinary boundaries: English-medium education (EME) meets English for Specific Purposes (ESP). *Ibérica*, (41), 13-38.

# Análisis de las ventajas del trabajo grupal online en el Grado en Trabajo Social

Miriam Álvarez Lorenzo, Guacimara Rodríguez Suárez y Laura Aguilera Ávila  
Facultad de Ciencias Sociales y de la Comunicación  
Universidad de La Laguna

## RESUMEN

La incorporación de las TIC a la educación superior ha promovido entre el alumnado el desarrollo de trabajos grupales en formato online. La elaboración de tareas de carácter colaborativo en formato online puede favorecer la construcción conjunta de conocimientos y el desarrollo de habilidades interpersonales por medio de espacios virtuales, lo cual es especialmente importante en titulaciones como el Grado en Trabajo Social, por las características del título y de la profesión a desarrollar. Sin embargo, el paso al entorno virtual puede presentar importantes desafíos y retos para docentes y alumnado. El objetivo de este estudio es analizar las características del trabajo grupal online en el Grado en Trabajo Social de la Universidad de La Laguna. Se contó con 227 estudiantes. Se utilizó un cuestionario ad hoc para conocer el uso de herramientas digitales, la organización de los trabajos, la valoración de las ventajas del formato online frente al presencial a nivel grupal e individual y la valoración de posibles mejoras. Los resultados mostraron que las herramientas que más utilizan para comunicarse durante el transcurso del trabajo son WhatsApp y Google Meet. Suelen trabajar por medio de recursos asincrónicos como Google Drive y las principales ventajas frente al formato presencial están vinculadas a mejoras a nivel de efectividad grupal y gestión individual. Los resultados ponen de manifiesto la importancia de conocer la percepción del alumnado sobre los trabajos grupales para poder optimizar los procesos de enseñanza-aprendizaje.

**Palabras claves:** trabajo grupal online, entornos colaborativos, Trabajo Social, aprendizaje colaborativo, educación universitaria

## 1. INTRODUCCIÓN

Los escenarios de aprendizaje online suponen espacios cada vez más frecuentes para el desarrollo de las competencias en el alumnado universitario. La educación superior ha tenido que promover adaptaciones para transferir el proceso de enseñanza y aprendizaje a estos nuevos entornos. Entre ellos destaca la adaptación de los trabajos grupales al formato virtual. La UNESCO<sup>1</sup> resalta la importancia de este cambio, ya que las nuevas tecnologías permiten altos niveles de interactividad y trabajo colaborativo, permitiendo que todas las personas interactúen multidireccionalmente y aprendan de todos y todas. Sin embargo, esta transición puede presentar ciertas dificultades<sup>2</sup>.

Los trabajos en formato grupal pueden favorecer multitud de competencias, especialmente cuando son desarrollados desde metodologías cooperativas, ya que promueven el desempeño de tareas y el rendimiento académico<sup>3,4,5,6</sup>. Pero también tiene beneficios sociales y psicológicos, como mejoras en habilidades comunicativas o interdependencias positivas<sup>7,8</sup>. Sin embargo, no todos los trabajos grupales son efectivos y es necesario promover habilidades en el alumnado para que aprenda a trabajar en grupo y de forma cooperativa, ya que simplemente agrupar al alumnado no supone que vaya a trabajar en equipo<sup>9</sup>.

Los trabajos grupales en formato online se han asociado a mejoras en la planificación del aprendizaje del alumnado, mayor implicación y compromiso y mejor desempeño en las tareas<sup>10</sup>. Además, la comunicación que se establece en el grupo puede ser sincrónica o asincrónica. Algunas investigaciones han mostrado ventajas respecto a la comunicación asincrónica, ya que permitiría tener más tiempo para reflexionar las aportaciones, interactuar en diferentes momentos y espacios, registrar todas las contribuciones y crear cadenas de mensajes<sup>11</sup>. Sin embargo, también presentan una serie de problemas y retos, como la falta de implicación o experiencia del alumnado<sup>12</sup>, falta de orientación por parte del profesorado, el número de integrantes por grupo<sup>13</sup>, la falta de comunicación y de asistencia a las reuniones de grupo<sup>14</sup>, la falta de responsabilidad individual en el grupo en términos de cumplimiento de plazos, la falta de participación<sup>15</sup>, o la

interdependencia negativa, a través, por ejemplo, del reparto no equitativo de las tareas<sup>16</sup>. Por tanto, resulta relevante conocer qué estrategias utiliza el alumnado que facilitan el trabajo en grupo cuando se realiza en formato online.

La necesidad de contar con habilidades colaborativas que permitan trabajar al alumnado con otras personas es fundamental en cualquier titulación y profesión, pero puede tener un importante impacto particularmente en titulaciones con un claro componente social, como es el Grado en Trabajo Social. Por ello, el objetivo de este trabajo es realizar un análisis de las características de los trabajos en formato online que realiza el alumnado en el Grado de Trabajo Social. En concreto, se pretende 1) Conocer las herramientas digitales que utiliza el alumnado para comunicarse durante la realización del trabajo grupal en formato online y las estrategias que utilizan en su organización; 2) Analizar las ventajas que percibe el alumnado a nivel grupal e individual de la realización del trabajo grupal en formato online frente al presencial; y 3) Identificar la importancia que otorga el alumnado a las propuestas de mejora en la realización de los trabajos grupales en formato online en su titulación.

## 2. MÉTODO

### 2.1. Participantes

Se contó con 227 estudiantes del Grado en Trabajo Social de la Universidad de La Laguna. La mayoría eran mujeres (87,7%) con una media de edad de 20.76 años (3.49).

### 2.2. Instrumentos

Se utilizó un cuestionario *ad hoc* para explorar las siguientes dimensiones:

- 1) Frecuencia de uso de diferentes recursos digitales para comunicarse a la hora de hacer los trabajos grupales (WhatsApp, correo electrónico, Google meet).
- 2) Frecuencia de diferentes estrategias organizativas para hacer los trabajos en formato online (las categorías fueron: por medio de un documento compartido en Google Drive de forma asincrónica; solo uniendo partes del trabajo elaboradas independientemente; de forma sincrónica en recursos como Google meet).
- 3) Percepción de las ventajas a nivel grupal que supone el trabajo grupal online frente al presencial a nivel de: gestión del grupo (3 ítems; ej. “Podemos planificar mejor los horarios compatibles con la disponibilidad de todas las personas”), implicación y responsabilidad grupal (4 ítems; ej. “Hay una mayor asistencia de todos/as los/as participantes a las reuniones virtuales”), efectividad como grupo (5 ítems; ej. “Podemos compartir información y recursos de forma más fácil y rápida”), relación y apoyo (4 ítems; ej. “Hay menos conflictos en el grupo”).
- 4) Percepción de las ventajas a nivel individual que supone el trabajo grupal online frente al presencial a nivel de: gestión individual (2 ítems; ej. “Pierdo menos tiempo que en los trabajos presenciales”), implicación y responsabilidad (3 ítems; ej. “Soy más responsable a la hora de llevar a cabo mis funciones”), efectividad individual (2 ítems; ej. “Siento que aprendo más trabajando online”), relación y apoyo con otras personas (3 ítems; ej. “Me siento más cómoda/o para compartir mis ideas”).
- 5) Propuestas de mejora en la implementación de los trabajos online en la Universidad (7 ítems; ej. “Contar con más formación sobre herramientas para trabajar online”).

Todos los ítems se valoraron a través de escalas tipo Likert de 5 puntos.

### 2.3. Procedimiento

Los datos fueron recogidos por medio de un cuestionario online aplicado en los cuatro cursos del Grado en Trabajo Social de la Universidad de La Laguna. Se solicitó la colaboración del profesorado de varias asignaturas para invitar al alumnado a que contestase el cuestionario durante la clase presencial. Los datos fueron recogidos una vez finalizado el periodo de confinamiento por la pandemia de COVID-19.

### 2.4. Análisis de los datos

Para dar respuesta a los objetivos de la investigación se llevaron a cabo análisis descriptivos. Para analizar las diferencias entre las dimensiones analizadas se realizaron análisis multivariantes de varianza (MANOVAs). Se utilizó el paquete estadístico SPSS Base 27.0 para Windows.

### 3. RESULTADOS

En relación al primer objetivo, conocer las herramientas digitales que utiliza el alumnado para comunicarse durante la realización del trabajo grupal en formato online y las estrategias que utilizan en su organización, los resultados del análisis MANOVA mostraron que existen diferencias significativas entre las herramientas utilizadas ( $F_{(5,222)} = 1064.46$ ;  $p = .000$ ;  $\eta^2 = .99$ ). Tal y como se recoge en la Figura 1, la herramienta más utilizada es WhatsApp, seguida de Google meet, el correo electrónico, Facebook y Twitter. Asimismo, los resultados también mostraron que existen diferencias significativas respecto a las estrategias utilizadas ( $F_{(3,224)} = 4734.08$ ;  $p = .000$ ;  $\eta^2 = .98$ ). La estrategia más utilizada es trabajar en plataformas tipo Google Drive, donde van elaborando el trabajo de forma asincrónica, seguida de la estrategia sincrónica de trabajar por medio de Google meet sobre un documento. Mientras que la estrategia menos utilizada es unir partes del trabajo elaboradas independientemente (ver Figura 2).

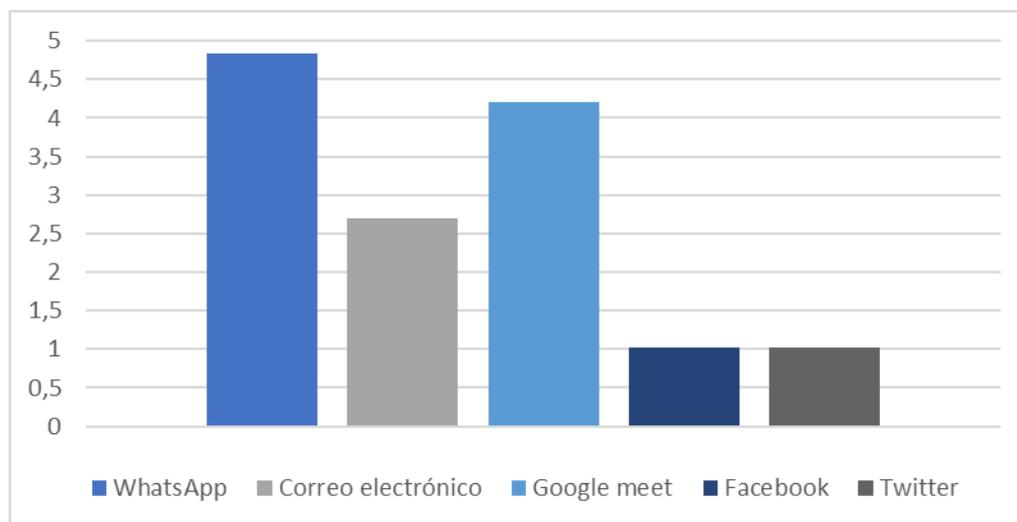


Figura 1. Medias de la frecuencia de uso de los recursos digitales para comunicarse en la elaboración de trabajos online

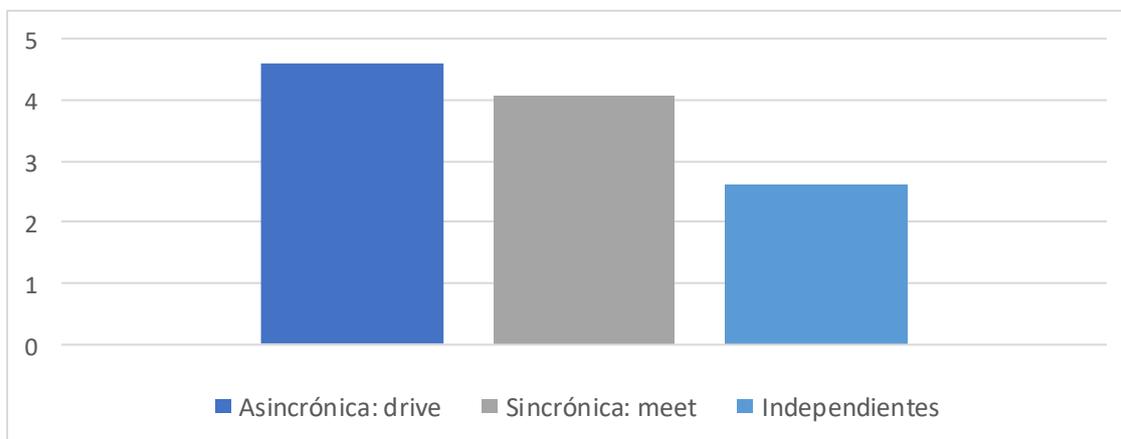


Figura 2. Medias de las frecuencias de aplicación de las estrategias para realizar el trabajo grupal

En relación al segundo objetivo, analizar las ventajas que percibe el alumnado a nivel grupal e individual en la realización del trabajo grupal en formato online frente al formato presencial, los resultados del análisis MANOVA mostraron que existen diferencias significativas entre las ventajas percibidas a nivel grupal ( $F_{(4,223)} = 851.8$ ;  $p = .000$ ;  $\eta^2$

= .93). Tal y como se recoge en la Figura 3, el alumnado percibe en mayor medida la efectividad grupal como principal ventaja, seguida de la gestión del grupo, la percepción de implicación y responsabilidad por parte del grupo y la relación y apoyo entre los miembros del grupo. Asimismo, los resultados también mostraron que existen diferencias significativas respecto a las ventajas percibidas a nivel individual ( $F_{(4,222)} = 915.164$ ;  $p = .000$ ;  $\eta^2 = .94$ ). La ventaja individual que perciben en mayor medida de los trabajos online frente a los presenciales es la gestión individual, seguida de la implicación y responsabilidad individual en el grupo, la efectividad individual y la relación con otros compañeros y compañeras (ver Figura 4).

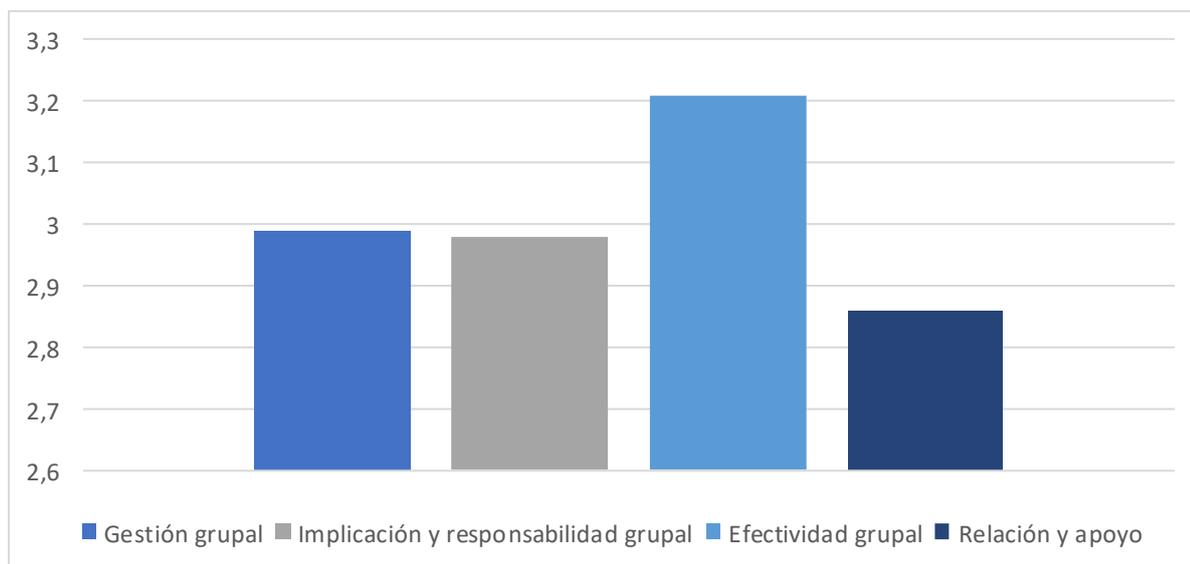


Figura 3. Medias de las puntuaciones obtenidas en la percepción de ventajas grupales de los grupos de trabajo online

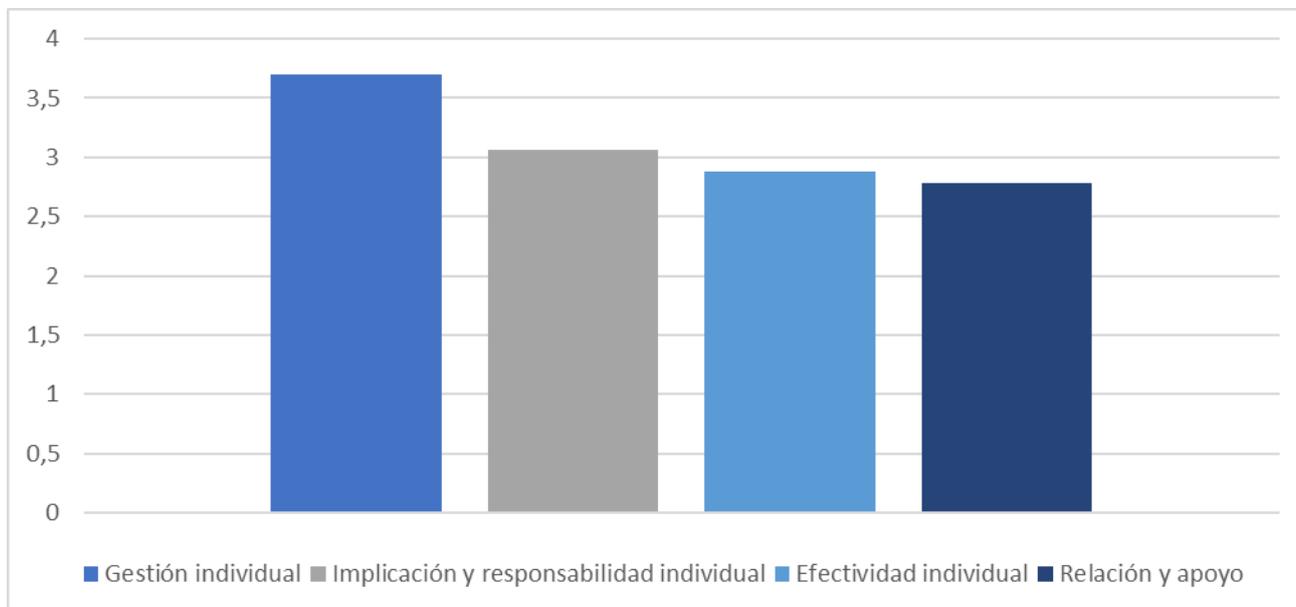


Figura 4. Medias de las puntuaciones obtenidas en la percepción de ventajas individuales de los grupos de trabajo online

En relación al tercer objetivo, identificar la importancia que otorga el alumnado a las propuestas de mejora en la realización de los trabajos grupales en formato online en su titulación, los resultados del análisis MANOVA mostraron que existen diferencias significativas en el nivel de importancia que le dan a diferentes propuestas de mejora ( $F_{(6,221)} = 1888.03$ ;  $p = .000$ ;  $\eta^2 = .98$ ). Tal y como se recoge en la Figura 5, el alumnado le otorga mayor importancia a la propuesta de contar con pautas claras para realizar el trabajo grupal, seguida de la necesidad de contar con más formación sobre herramientas para trabajar online, establecer normas antes de comenzar a trabajar, contar con formación por parte del profesorado sobre cómo se trabaja en grupo de manera online, disminuir el número de participantes y que el profesorado ayude a asignar roles y funciones dentro del grupo. Cabe destacar que todas las propuestas de mejora obtuvieron puntuaciones altas o medio altas.

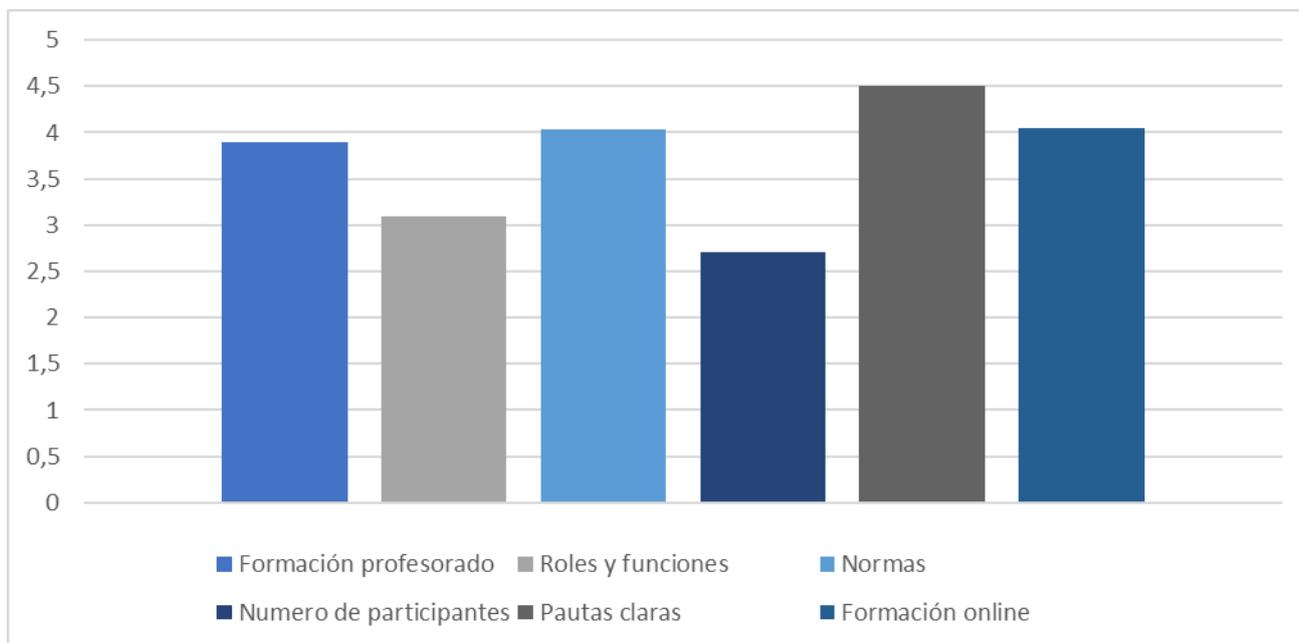


Figura 5. Medias de las puntuaciones obtenidas en la valoración de las propuestas de mejora para la realización de trabajos grupales online

#### 4. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El objetivo de este trabajo fue analizar las características del trabajo grupal en formato online que desarrolla el alumnado del Grado en Trabajo Social. Los resultados apuntan a que este formato de trabajo presenta una serie de potencialidades, pero también es necesario tener en cuenta algunos aspectos a mejorar para que se promueva un aprendizaje colaborativo real.

En cuanto al primer objetivo, los resultados mostraron que WhatsApp es la herramienta que más utilizan para comunicarse por el grupo. De hecho, es frecuente que se creen grupos específicos para la realización de los trabajos grupales<sup>17</sup>. Google meet también parece ser un recurso ampliamente utilizado en este formato de trabajos. Es probable que sea un medio que resulta muy útil para la realización de reuniones online. Sin embargo, el correo electrónico, parece que no da respuesta a las necesidades que surgen en la realización del trabajo, quizás por su carácter más asincrónico, con una alta latencia de respuesta. También se valoró la estrategia de organización del trabajo. La más frecuente fue realizar el trabajo grupal por medio de plataformas tipo Google drive, donde el grupo va elaborando el trabajo de forma asincrónica e individual. En segundo lugar, la estrategia más utilizada fue hacer el trabajo de forma sincrónica, en directo por medio de recursos como Google meet. Por último, la estrategia menos utilizada fue la simple división por partes y la simple unión de las mismas. Este resultado parece positivo, ya que esta modalidad no conlleva trabajo cooperativo<sup>9</sup>.

En cuanto al segundo objetivo, el alumnado considera que el trabajo en formato online tiene una serie de ventajas frente al presencial tanto a nivel grupal, como a nivel individual. Algunas ventajas que este formato presenta para el grupo en su conjunto, es que el alumnado considera que permite ser más efectivos en términos de avanzar más rápido, compartir

información de forma más ágil, se facilita el poder hacer contribuciones e integrar ideas y se da una participación más equitativa, en comparación con el trabajo grupal en formato presencial. También valoran que el formato online mejora la gestión del grupo, ya que les permite mejorar el reparto de tareas, coordinarse y planificar atendiendo a la disponibilidad de horarios de todas las personas. Destacan también las ventajas a nivel de implicación y responsabilidad, ya que consideran que el grupo suele ser más responsable y aumenta la asistencia a las reuniones, en comparación con el trabajo presencial. Sin embargo, el aspecto menos valorado fue la relación y apoyo, lo cual puede implicar que el alumnado considera que el trabajo online no mejora la comunicación o los conflictos respecto al formato presencial. Sobre las ventajas individuales, el alumnado considera que la mayor ventaja es la gestión individual, en términos de organización con sus compromisos personales y la percepción de que pierden menos el tiempo en comparación con el formato presencial. También consideran que supone una importante ventaja en cuanto a implicación y responsabilidad individual, ya que se implican más y son más responsables a nivel individual a la hora de llevar a cabo sus funciones. Destaca también la ventaja de mayor efectividad individual, ya que sienten que son más efectivas elaborando su parte del trabajo y sienten que aprenden más en formato online. Al igual que en el bloque de los aspectos grupales, a nivel individual también consideran que la relación y el apoyo con el resto del grupo no supone mejoras respecto al formato presencial. Frente a otros estudios que asocian el trabajo grupal online a una serie de dificultades como la falta de implicación, comunicación, participación y responsabilidad<sup>12,13,15</sup>, nuestros resultados mostraron que el alumnado percibe, si bien de manera en general moderada, ventajas vinculadas a estos aspectos en el formato online en comparación con el presencial. Respecto al tercer objetivo, el alumnado considera que resulta importante mejorar las pautas para elaborar los trabajos en esta modalidad y contar con mayor formación por parte del alumnado y del profesorado sobre herramientas online para su realización, tal y como han apuntado otras investigaciones<sup>12</sup>. En general, todas las medidas de mejora propuestas son percibidas como importantes, por lo cual, estos aspectos deberían tenerse en cuenta en las estrategias metodológicas que se llevan a cabo en la titulación. Otras investigaciones han mostrado como el alumnado percibe que no cuenta con la suficiente guía para elaborar los trabajos grupales<sup>13</sup>, lo cual pone de relieve la necesidad de que el profesorado universitario promueva las condiciones para asegurar la eficacia de los trabajos grupales. Para que estos procesos sean efectivos, es necesario que el profesorado desarrolle prácticas innovadoras, favoreciendo métodos y estrategias de enseñanza en espacios virtuales. A modo de conclusión, el alumnado percibe bastantes ventajas en la elaboración de los trabajos grupales en formato online frente al formato presencial. Asimismo, destacan algunas desventajas, especialmente vinculadas con los aspectos relacionales, pero también manifiestan necesitar un mayor acompañamiento y guía en la elaboración de dichos trabajos.

## REFERENCIAS

- [1] UNESCO. Docentes y sus aprendizajes en modalidad virtual. UNESCO (2008)
- [2] Gutiérrez, I., Román, M. y Sánchez, M.M. “Estrategias para la comunicación y el trabajo colaborativo en red de los estudiantes universitarios”. *Comunicar: Revista Científica de Comunicación y Educación*, 26(54), 91-100 (2018).
- [3] Johnson, D. W., Johnson, R. T. y Smith, K. A. “Cooperative Learning: Improving University Instruction by Basing Practice on Validated Theory”. *Journal On Excellence In College Teaching*, 25(3,4), 85-118 (2014).
- [4] Vega, M., García, M. Y Vidal, D. “Avances acerca de los efectos del aprendizaje cooperativo sobre el logro académico y las habilidades sociales en relación con el estilo cognitivo”. *Revista Colombiana de Educación*, 64, 155-174. (2013).
- [5] Herman, K. “The Impact of Cooperative Learning on student engagement: Results from an Intervention”. *Active Learning Higher Education*, 14(3), 175-185 (2013).
- [6] Salmerón, H., Rodríguez, S. y Gutiérrez, C. “Metodologías que optimizan la comunicación en entornos de aprendizaje virtual”. *Revista Comunicar*, núm. 34 163-171 (2010).
- [7] Laal, M. y Ghodsi, S. M. “Benefits of Collaborative Learning”. *Procedia—Social and Behavioral Sciences*, 31, 486-490 (2012).
- [8] Erkens, M. y Bodemer, D. “Improving collaborative learning: Guiding knowledge exchange through the provision of information about learning partners and learning contents”. *Computers and Education*, 128, 452-472 (2019).
- [9] Hansen, R.S. “Benefits and problems with student teams: Suggestions for improving team projects”. *Journal of Education for Business* 82(1), 11-19 (2006).

- [10] Tejada, E., Garay, U. y Romero, A. (2017). “La incidencia de la participación cooperativa en entornos virtuales en el rendimiento académico”. *EduTec: Revista electrónica de tecnología educativa*, 60 (2016).
- [11] De Wever, B., Schellens, T., Valcke, M. y Van Keer, H. “Content analysis schemes to analyze transcripts of online asynchronous discussion groups: A review”. *Computers & Education*, 46(1), 6–28 (2006).
- [12] Muuro, M. E., Wagacha, W. P., Kihoro, J. y Oboko, R. “Students’ perceived challenges in an online collaborative learning environment: A case of higher learning institutions in Nairobi, Kenya”. *The International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 15(6) (2014).
- [13] Roberts, T. S y McInerney, J. M. “Seven problems of online group learning (and their solutions)”. *Journal of Educational Technology y Society*, 10(4), 257-268 (2007).
- [14] Hassanien, A. "A qualitative student evaluation of group learning in higher education", *Higher Education in Europe*, 32, 135-150 (2007).
- [15] An, H, Kim, S. y Kim, B. "Teacher perspectives on online collaborative learning: factors perceived as facilitating and impeding successful online group work", *Contemporary Issues in Technology and Teacher Education*, 8, 65-83 (2008).
- [16] Burdett, J. “Making groups work: University students’ perceptions”. *International Education Journal*, 4(3), 177-191 (2003).
- [17] Gómez, M., Roses, S. y Farías, P. “El uso académico de las redes sociales en universitarios”. *Comunicar*, 19(38), 131-138 (2012).



# Aprendizaje Basado en Proyectos en la docencia de materias del ámbito tecnológico: propuesta y percepción del alumnado

J.E. Martín-Alfonso<sup>a</sup>, J.F. Rubio-Valle<sup>a</sup>  
Remedios Yáñez Díaz<sup>b,c,\*</sup>

<sup>a</sup>Pro<sup>2</sup>TecS – Centro de Investigación en Tecnología de Productos y Procesos Químicos. Departamento de Ingeniería Química, Química Física y Ciencia de los Materiales, Universidad de Huelva, ETSI, Campus de El Carmen, 21071 Huelva, España; <sup>b</sup>CINBIO, Universidade de Vigo, 36310 Vigo, Spain; <sup>c</sup>Universidade de Vigo, Escola de Enxeñaría Industrial, Campus Lagoas-Marcosende, 36310 Vigo, Spain

## RESUMEN

En este estudio, se expone una propuesta de aprendizaje basada en proyectos (ABP), diseñada para incrementar la motivación y participación en el aula, así como el nivel de aprendizaje y la adquisición de competencias. En este proyecto, el alumnado aplica conocimientos de tecnología medioambiental, al desarrollo de estrategias de valorización de subproductos industriales, en un contexto de economía circular. Para ello el estudiante ha de ser capaz de desarrollar un aprendizaje autónomo y colaborativo, basado en un razonamiento crítico, teniendo en cuenta las mejores técnicas disponibles, la sostenibilidad y el compromiso ambiental, para dar un uso equitativo, responsable y eficiente a los recursos. Esta experiencia se ha realizado con estudiantes de Tecnología Medioambiental de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidade de Vigo (España). Las etapas planteadas para alcanzar dicho objetivo incluyen: i) el enunciado del proyecto; ii) la selección de temática; iii) la ejecución, exposición y evaluación y iv) la valoración del ABP por el alumnado. El grado de participación fue muy elevado y el abordaje de problemáticas reales, propuestas por el alumnado, permitió incrementar la motivación por la tecnología medioambiental y profundizar en tecnologías y estrategias de valorización de su interés. Los proyectos supusieron una carga de trabajo autónomo del alumnado, que además tuvo que organizarse y aprender a trabajar en equipo. Los estudiantes superaron con éxito cada uno de los retos propuestos e hicieron las correspondientes entregas en el plazo establecido, alcanzado así un aprendizaje significativo. Los proyectos presentados fueron de gran calidad, y obtuvieron una calificación alta. La defensa de los trabajos potenció las habilidades de pensamiento y la capacidad de reflexión del alumnado.

**Palabras clave:** Aprendizaje basado en proyectos (ABP), Trabajo colaborativo, Tecnología Medioambiental, Ingeniería Industrial

## 1. INTRODUCCIÓN

El mercado laboral actual requiere de ingenieros versátiles, con competencias, habilidades y cualidades personales, que les permitan liderar equipos multidisciplinares, que cuenten con gran capacidad para resolver problemas y desarrollar exitosamente proyectos<sup>1</sup>. Con el objetivo de mejorar la empleabilidad de los futuros ingenieros y establecer vínculos entre el proceso de formación y las necesidades del mercado y de la sociedad, las materias de los Grados en Ingeniería deben implementar metodologías de aprendizaje activo, como el ABP, que permiten al estudiante enfrentarse a problemáticas reales y desarrollarse plenamente, tanto personalmente como profesionalmente.

\*email: reme@uvigo.es; phone 0034 988387075;

La Tecnología Medioambiental es una materia cuatrimestral de formación tecnológica, con una carga lectiva de 6 ECTS, obligatoria y común a todos los grados de la Escuela de Ingeniería Industrial, que se imparte en 2º, 3º y 4º curso de los distintos grados. La materia cuenta con temarios, boletines de ejercicios y prácticas de laboratorio comunes a todos los grados y las actividades académicamente dirigidas, propuestas por el profesor, permiten diferenciar la formación recibida en cada grado, y enfocarla hacia los intereses concretos del grupo de estudiantes, potenciando así la motivación del alumnado e incrementando su participación.

El ABP es una metodología de aprendizaje activa, diseñada para dar respuesta a problemáticas reales, <sup>2, 3, 4</sup>, en las que el protagonista es el alumnado <sup>2, 3, 4</sup>. El empleo del ABP permite adquirir ciertas competencias transversales importantes para el desarrollo profesional del ingeniero como: búsqueda de información, análisis y síntesis, resolución de problemas, aprendizaje y trabajo autónomo y en equipo, así como, ciertas competencias personales, como la habilidad en las relaciones interpersonales necesarias para el trabajo colaborativo exitoso <sup>4, 5, 6</sup>. Además, al incorporar la exposición y puesta en común de los resultados, mejora por lo tanto las competencias de comunicación oral y escrita de conocimientos y la capacidad de reflexión de los estudiantes <sup>3, 4, 7</sup>.

El objetivo principal de este proyecto, empleado en la docencia en Tecnología Medioambiental en los Grados en Ingeniería, es conseguir que el alumnado sea capaz de proponer estrategias de valorización de subproductos industriales reales, en un contexto de economía circular, que permitan reducir su impacto ambiental, al mismo tiempo que mejoran la rentabilidad del proceso, para garantizar un crecimiento sostenible y respetuoso con el medioambiente, de acuerdo con las directrices marcadas por las recientes Directivas Europeas en materia de residuos.

## **2. METODOLOGÍA**

### **2.1 Estudiantes**

La experiencia se realizó en segundo curso del Grado en Ingeniería Mecánica de la Escuela de Ingeniería Industrial de la Universidad de Vigo. El grupo tenía 35 alumnos, de los cuales el 17,1% eran mujeres (n=6) y el 82,8% varones (n=29). Se realizaron 6 proyectos en grupos de 4-6 alumnos. La participación del alumnado en el ABP, fue del 85,7% (n=30). Dentro del grupo de estudiantes que no participaron, cabe destacar una alumna que renunció a la evaluación continua y 4 varones que no siguieron la materia, ni se presentaron a ningún examen.

### **2.2 Enunciado del proyecto**

Teniendo en cuenta los conocimientos de los estudiantes sobre el tratamiento y valorización de residuos, así como la relevancia de la simbiosis industrial, que permite reincorporar subproductos que carecen de valor como materias primas a procesos industriales. Se les hizo la siguiente propuesta: desde el punto de vista ingenieril, ¿Cuál es la estrategia que propondría para la valorización del siguiente subproducto industrial, en un contexto de economía circular enfocado hacia la industria “cero residuos”??. Desarrolle un proyecto que proponga una estrategia de biorrefinería para la valorización de este subproducto industrial.

### **2.3 Elaboración de listado de subproductos de interés y proposición del proyecto**

Antes de finalizar la semana 2, se ha de elaborar una base de datos, empleando la plataforma de teledocencia Moovi, donde se recojan subproductos industriales de interés para el graduado en ingeniería. El profesor hará una selección previa de las propuestas, creará grupos de trabajo y se asignarán proyectos al alumnado.

### **2.4 Ejecución, exposición y evaluación del proyecto**

Tras la selección de una temática, para la ejecución y exposición del proyecto se proponen una serie de etapas y un cronograma semanal, recogidos en el esquema de la Figura 1.

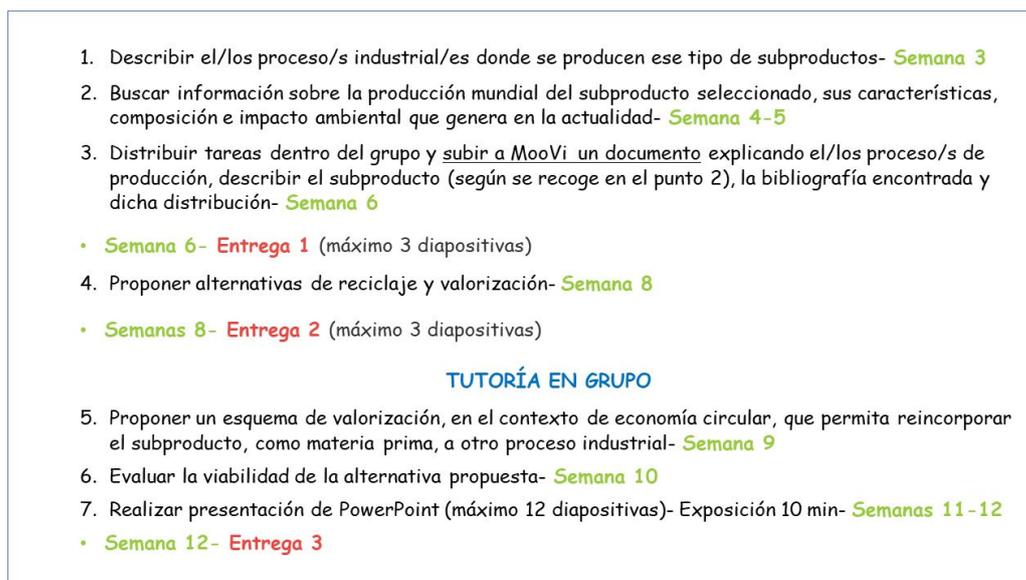


Figura 1. Principales etapas y cronograma propuesto para la ejecución y exposición del proyecto.

La evaluación del proyecto se hizo mediante una rúbrica puesta previamente a disposición del alumnado en MooVi. En la Tabla 1 se presentan algunos aspectos fundamentales de la rúbrica utilizados para la evaluación del proyecto. Para facilitar el trabajo en equipo y la labor de tutorización de la profesora, se propusieron varias alternativas: Microsoft Teams, Google Drive, el chat que lleva incorporado, Microsoft Teams, el foro de MooVi y/o el despacho virtual de la profesora.

Tabla 1. Aspectos de la rúbrica empleada para la evaluación del Proyecto.

Aspecto a evaluar	Sobresaliente	Notable	Aprobado	Suspenso
<b>Exposición</b>	Habla bien, alto y claro. Se expresa correctamente, y se le entiende muy bien. Disertación bien estructurada y ensayada.	Habla bien, alto y claro. Se le entiende bien, pero algunas partes de la disertación no están bien ensayadas.	No habla correctamente, y no se le entiende bien. Algunas partes de la presentación no han sido ensayadas y se pierde en algunos puntos de la exposición.	No habla correctamente, y no se le entiende bien. No ha ensayado la presentación. No ha redactado la disertación, se nota que está improvisando.
<b>Buscar información</b>	Ha consultado todas las fuentes recomendadas y otras adicionales. Ha consultado informes científicos e información de asociaciones y prensa local.	Ha consultado por Internet algunas fuentes, que le han permitido resolver eficientemente el problema.	Las fuentes de información consultadas han sido escasas. Ha buscado la información mínima para poder resolver el problema.	No ha consultado ninguna fuente de información.
<b>Aplicar los</b>	Conoce y domina muy	Demuestra que	Muestra un	No tiene los

<b>conocimientos de la materia</b>	bien la materia.	comprende la mayor parte de la materia y enfoca bien sus conocimientos.	entendimiento de la materia, pero en algún caso un poco desenfocado.	conocimientos mínimos requeridos.
<b>Asistencia y Participación</b>	Asiste y participa siempre. Realiza preguntas muy interesantes.	Asiste y participa habitualmente. Preguntas interesantes.	Asiste habitualmente. Participa poco.	No asiste, ni participa.

## 2.5 Valoración del ABP

Para conocer la opinión del alumnado sobre el ABP se propuso una encuesta de valoración de 4 preguntas en MooVi, con respuestas de 1 a 5 (1 “nada de acuerdo” y 5 “muy de acuerdo”):

- 1) Cree que la utilización de ABP en la materia Tecnología Medioambiental motiva al alumnado, ya que le permite abordar problemáticas reales y profundizar y trabajar en temáticas previamente seleccionadas.
- 2) Piensa que el ABP favorece el trabajo autónomo y colaborativo en equipo, además de promover el desarrollo de competencias transversales importantes para el desarrollo profesional del ingeniero (análisis y síntesis, resolución de problemas, habilidad en las relaciones interpersonales, etc.).
- 3) El planteamiento, contenido, estructura y duración del proyecto propuesto son de su agrado.
- 4) Encuentra útil el ABP. Le gustaría emplear de nuevo el ABP, pues considera relevante su aportación a su formación.

## 3. RESULTADOS

Como se puede observar en la Figura 1, para hacer un seguimiento de las tareas del proyecto, además de la entrega final (semana 12), a lo largo del cuatrimestre se realizaron dos entregas adicionales, en las semanas 6 y 8, respectivamente. Dado que la aplicación del ABP en el aula, supone un incremento de trabajo para el profesorado y el alumnado, con el objetivo de dosificar el tiempo dedicado al proyecto, la extensión de las entregas intermedias se limitó a un máximo de 3 diapositivas y la duración de la presentación de PowerPoint a 10 minutos. La estrategia planteada supuso un reto e incentivó el trabajo, ya que requirió de una gran capacidad de síntesis, análisis e interpretación de resultados.

Además, entre las semanas 6 y 9, se realizó una tutoría con cada grupo de trabajo, para favorecer la comunicación, resolver todas las dudas planteadas, proporcionarles información adicional, resolver conflictos surgidos en el trabajo en grupo y garantizar una distribución equitativa de las tareas del proyecto.

El ABP propuesto permitió desarrollar autonomía en los estudiantes universitarios, ya que estos a partir de la proposición de una temática, tuvieron que buscar información, gestionar el tiempo y organizar el trabajo en equipo, para alcanzar el mayor grado posible de ejecución del proyecto. Por otro lado, esta estrategia pedagógica enfrentó a los estudiantes a problemáticas de gestión de residuos reales y a la búsqueda de alternativas para su valorización, permitiéndoles adquirir conocimientos y habilidades para resolver problemas y preparándolos para su futuro profesional. Además, los proyectos propuestos, permitieron aplicar muchos de los conceptos teóricos expuestos en el aula y conocer su utilidad práctica.

Por último, cabe destacar que el ABP promovió una mayor comprensión de los conocimientos de la materia y su aplicación práctica desarrolló en los estudiantes la capacidad de razonamiento y de pensamiento crítico, así como su ingenio y creatividad.

La Figura 2 muestra las respuestas a las 4 preguntas formuladas en el cuestionario propuesto al alumnado para la valoración de la propuesta de ABP.

Del resultado de las encuestas cabe destacar que un porcentaje muy elevado del alumnado (50% con puntuación 5 y 30% puntuación 4), cree que la utilización de ABP juega un papel relevante en la motivación en la materia, ya que le prepara

para la resolución de problemas reales que se va encontrar en el mercado laboral. El 83% del alumnado del curso está muy de acuerdo con que esta actividad potencia tanto el trabajo individual como colaborativo y es muy favorable para la adquisición de un amplio rango de competencias. Con respecto al planteamiento del proyecto propuesto, su contenido, estructura y duración, comentar que un 66% está muy de acuerdo y un 23% bastante de acuerdo con todos estos aspectos. Finalmente, destacar que un 83% del alumnado considera relevante la aportación de esta metodología activa a su formación y le gustaría seguir trabajando con el ABP.

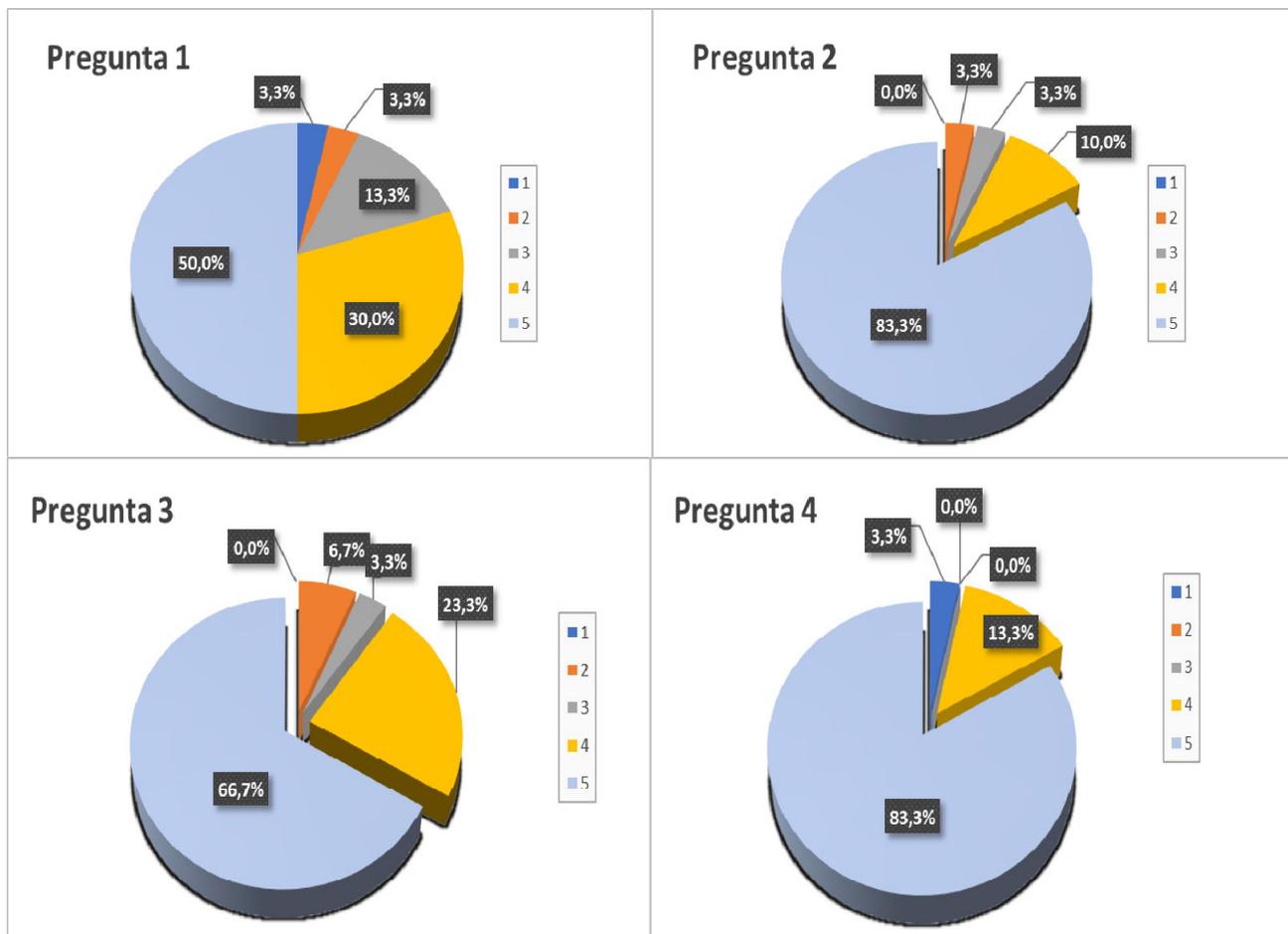


Figura 2. Resultados obtenidos en la encuesta de valoración del alumnado del ABP.

#### 4. CONCLUSIONES

La participación y motivación conseguida con la actividad de ABP fue muy alta y positiva. La experiencia permitió alcanzar en gran medida los objetivos propuestos, y aplicar muchos de los conocimientos de Tecnología Medioambiental tratados a lo largo del cuatrimestre en el aula, así como introducir conocimientos y experiencias nuevas, dando lugar a un aprendizaje significativo. El alumnado llevó a cabo un trabajo excepcional durante todo el cuatrimestre e hizo las tres entregas solicitadas en las fechas acordadas. La calidad y calificación de los trabajos presentados fue alta, obteniendo los proyectos evaluados una calificación media de 8,6. La participación del alumnado en la sesión de presentación de los proyectos también fue buena, haciendo preguntas técnicas al equipo responsable del proyecto, que en muchos casos abrían puertas a seguir trabajando en la temática y a mejorar los proyectos finales.

Se ha detectado que la fase de selección de proyecto, se ha de analizar detenidamente e ir mejorando continuamente, pues en ella radica gran parte del éxito del ABP.

## AGRADECIMIENTOS

Financiación: AEI- UVigo- grupo EQ2

## REFERENCIAS

- [1] Torres Romera, J., Estudio y propuesta de mejora de las competencia en ingenieros industriales. Trabajo de Fin de Grado, Universidad Politécnica de Madrid, 1-120 (2022).
- [2] Jones, B. F., Rasmussen, C. M., y Moffitt, M. C., Real-life problem solving: A collaborative approach to interdisciplinary learning. American Psychological Association, 1-216 (1997).
- [3] Domínguez Santiago R., Fernández Berasategui, Á., Fraile Fraile, S. y Sánchez Galgo C. Comunicación verbal, no verbal, escucha activa y asertividad en el ABP. En A. Pérez de Albéniz Iturriaga, E. Fonseca Pedrero y B. Lucas Molina. Universidad de la Rioja, 28-34 (2021).
- [4] Aritio Solana, R., Berges Piazuelo, L., Cámara Pastor, T., y Cárcamo Sáenz-Díez, M. E., Cuestiones clave para el trabajo en ABP: pilares, fases, beneficios y dificultades. En A. Pérez de Albéniz Iturriaga, E. Fonseca Pedrero y B. Lucas Molina, Universidad de la Rioja, 9-19 (2021).
- [5] Harmer, N., y Stokes, A., The benefits and challenges of project-based learning: A review of the literature. Pedagogic Research Institute and Observatory (PedRIO), Plymouth University, UK (2014).
- [6] Larmer, J., y Mergendoller, J. R., 8 essentials for Project-Based Learning. Buck Institute for Education (2012).
- [7] Smith, A. Project Based Learning made simple. Ulysses Press, 1-224 (2018).

