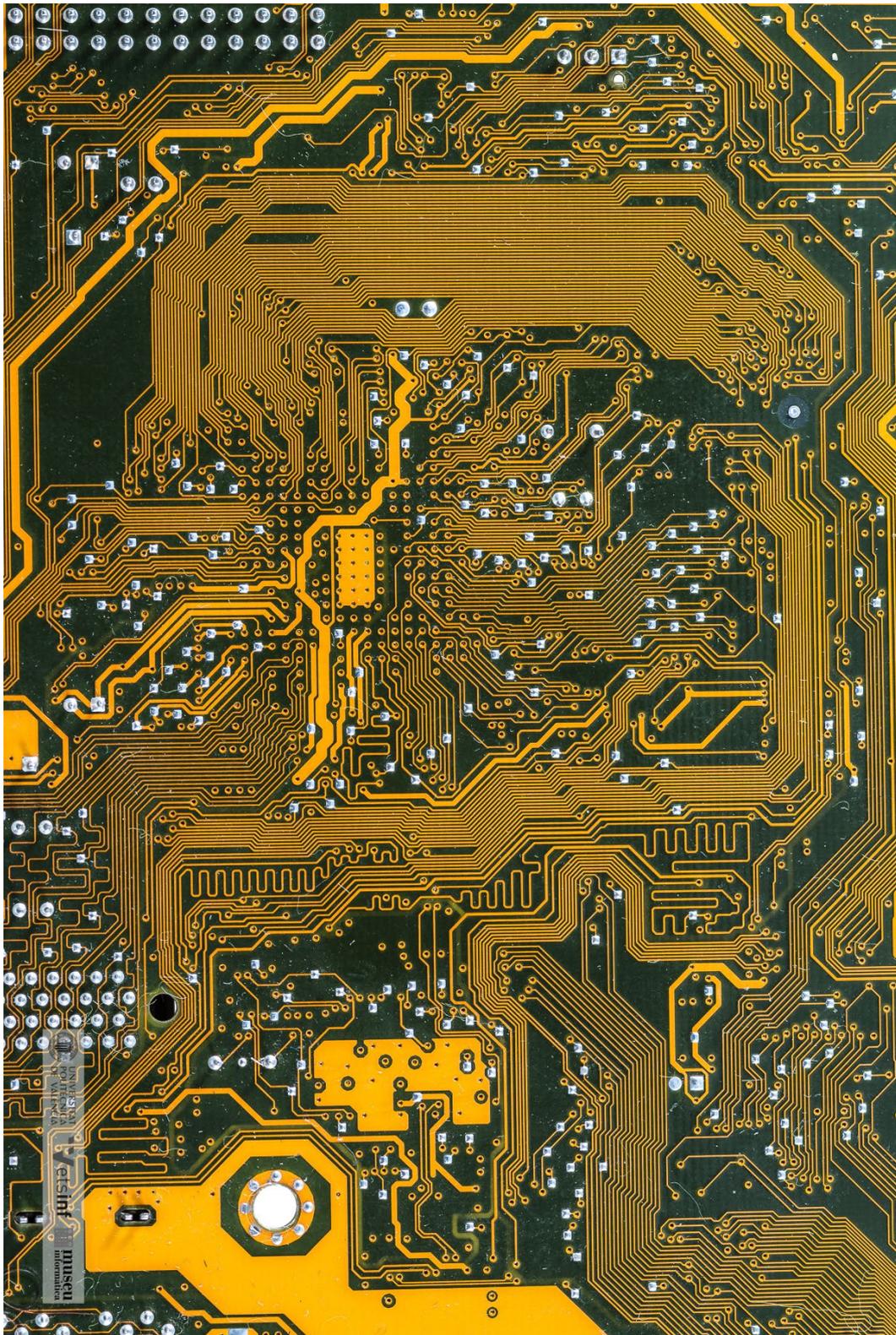


ACTAS JIDINF'24

JORNADA DE INNOVACIÓN DOCENTE ETSINF



Valencia, 11 de julio de 2025

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica

Editado por: Daniela Gil-Salom y Eliseo Marzal Calatayud

ISBN: 978-84-09-74797-9 (versión online)

Universitat Politècnica de València

Imagen de la portada: Álvaro Domenech



JIDINF'24 JORNADA DE INNOVACIÓN DOCENTE ETSINF 2024 se distribuye bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.

JIDINF'24

Jornada de Innovación Docente ETSINF 2024



PRESENTACIÓN

El proceso de aprendizaje en un contexto académico sigue una constante evolución, por ello es fundamental que tanto el profesorado como el estudiantado estén formados para poder utilizar las últimas herramientas y tecnologías disponibles para mejorar la calidad de la enseñanza y la evaluación de los resultados de aprendizaje.

El presente volumen recoge los trabajos presentados en una nueva edición de las Jornadas de Innovación docente en Informática JIDINF24, centrados en dos aspectos fundamentales para el desarrollo del estudiantado titulado de nuestro centro: el análisis y evaluación del Aprendizaje Basado en Proyectos y la integración de herramientas IA en el aula. Así mismo, se incluyen aportaciones que abordan aspectos que permiten mejorar los materiales docentes, el desarrollo de metodologías docentes activas y sistemas de evaluación efectiva del aprendizaje.

La Direcció de l'Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica (ETSINF)

Valencia, 11 de julio de 2025

Universitat Politècnica de València (UPV)

COMITÉ ORGANIZADOR

Presidencia del congreso: Silvia Terrasa Barrena

Secretario: Xavier Molero Prieto

Por orden alfabético:

Estefanía Argente Villaplana (Universitat Politècnica de València)

Daniela Gil Salom (Universitat Politècnica de València)

Eliseo Marzal Calatayud (Universitat Politècnica de València)

Vicente Pelechano Ferragud (Universitat Politècnica de València)

COMITÉ CIENTÍFICO

Por orden alfabético:

Francisco Arcas (Universidad Católica San Antonio de Murcia)

Estefanía Argente (Universitat Politècnica de València)

Jose Vicente Benlloch (Universitat Politècnica de València)

Sara Blanc (Universitat Politècnica de València)

Cristina Jordán (Universitat Politècnica de València)

Belén López (Universidad Católica San Antonio de Murcia)

Raquel Martínez (Universidad de Murcia)

Andrés Muñoz (Universidad de Cádiz)

Marina Murillo (Universitat Politècnica de València)

Françoise Olmo (Universitat Politècnica de València)

María José Pérez (Universitat Politècnica de València)

Carlos Perriñán-Pascual (Universitat Politècnica de València)

Catalina Rus (Universidad de Jaén)

Jorge Ignacio Serrano (Universitat Politècnica de València)

Soledad Valero (Universitat Politècnica de València)

Dionisio Yáñez (Universidad de Valencia)

PROGRAMA

Salón de actos de la ETSINF

20 de junio de 2025

8:30 a 8:55	Registro de participantes y asistentes
9:00 a 9:05	Inauguración a cargo de la Directora del ICE Doña Amparo Fernández March
	MESA REDONDA I: «Desarrollando ABP de manera real en la docencia”
9:05 a 9:30	Modera: Eduardo Vendrell (Director Académico del Grado en Informática Industrial y Robótica) Participan: Manuela Albert, M ^a José Ramírez, Patricio Letelier, Victoria Avril y Adrián Escudero
9:30 a 10:30	Presentación de comunicaciones
9:30 a 9:50	Aprendizaje basado en proyectos para la mejora del paisaje lingüístico del patrimonio urbanístico de Valencia <i>María Luisa Carrió y Cristina Nogues</i>
9:50 a 10:10	¿Pueden los LLMs impedir una evaluación efectiva del aprendizaje? <i>Carlos Calafate, Jamie Wubben, José Daniel Padrón y Virginia Casino-Sánchez</i>
10:10 a 10:30	Fomentando la motivación mediante una plataforma de simulación del juego de Catán <i>Juan M. Alberola, Victor Sanchez-Anguix, Jaume Jordán, Joaquín Taverner, Andrea Conchado</i>
10:30 a 10:50	Digitalización y Virtualización en la FP: Un Proyecto Erasmus+ para la reinserción de personas mayores <i>María Fito y Oscar Trull</i>
10:50 a 11:30	Pausa-café y exposición de PROYECTOS en el hall del 1E

11:30 a 12:00	<p>MESA REDONDA II: «Integración de herramientas IA en el aula»</p> <p>Modera: Vicente Pelechano (Director de la ETSINF)</p> <p>Participan: Juan Antonio Marín, César Ferri, Elena Del Val y Hugo Albert</p>
12:00 a 14:00	<p>Presentación de comunicaciones</p>
12:00 a 12:20	<p>-Aplicación de la IA y simulación de entornos sanitarios en las prácticas de Bioquímica del grado de Medicina. Propuesta de innovación docente</p> <p><i>Gema Hurtado-Genovés</i></p>
12:20 a 12:40	<p>Identificación de buenas prácticas para la evaluación de los resultados de aprendizaje de las titulaciones de la ETSINF</p> <p><i>Estefania Argente, Silvia Terrasa, Alexis Bañón, Leonor Ruiz, Patricio Letelier, Manuela Albert, Santiago Escobar, Juan Vicente Oltra, Marta Fernández-Diego, Llanos Cuenca y Beatriz Garcia-Ortega</i></p>
12:40 a 13:00	<p>De SWGraphs a la programación en Python: un nuevo enfoque de teoría de grafos en el Grado en Ciencia de Datos</p> <p><i>Carlos Andreu y Víctor Manuel Ortiz</i></p>
13:00 a 13:20	<p>Utilización de catapultas para el aprendizaje de capacidad de procesos</p> <p><i>Oscar Trull, J.Carlos García-Díaz, Angel Peiro-Signes, César Gómez</i></p>
13:20 a 13:40	<p>Metacognición en el Aula Universitaria: Un Enfoque Práctico con Ahaslides</p> <p><i>José Luis Galdón y Juan José Lull</i></p>
13:40 a 14:00	<p>Enseñando a programar Máquinas de Elementos Finitos con dos enfoques distintos</p> <p><i>Maria-Isabel Rocha-Gaso, Roberto Zazo-Manzaneque y Francisco José Gimeno-Sales</i></p>
14:00	<p>Cierre de la jornada</p>

TABLA DE CONTENIDOS

Aprendizaje basado en proyectos para la mejora del paisaje lingüístico del patrimonio urbanístico de Valencia <i>Maria Luisa Carrió y Cristina Nogues</i>	8
¿Pueden los LLMs impedir una evaluación efectiva del aprendizaje? <i>Carlos Calafate, Jamie Wubben, José Daniel Padrón y Virginia Casino-Sánchez</i>	17
Fomentando la motivación mediante una plataforma de simulación del juego de Catán <i>Juan M. Alberola, Victor Sanchez-Anguix, Jaume Jordán, Joaquín Taverner, Andrea Conchado</i>	23
Aplicación de la IA y simulación de entornos sanitarios en las prácticas de Bioquímica del grado de Medicina. Propuesta de innovación docente <i>Gema Hurtado-Genovés</i>	35
¿Qué haremos los profesores cuando la IA imparta las clases? <i>Juan V. Oltra Gutiérrez Y Juan Carlos Muria Tarazón</i>	43
Identificación de buenas prácticas para la evaluación de los resultados de aprendizaje de las titulaciones de la ETSINF <i>Estefania Argente, Silvia Terrasa, Alexis Bañón, Leonor Ruiz, Patricio Letelier, Manuela Albert, Santiago Escobar, Juan Vicente Oltra, Marta Fernández-Diego, Llanos Cuenca y Beatriz Garcia-Ortega</i>	52
De SWGraphs a la programación en Python: un nuevo enfoque de teoría de grafos en el Grado en Ciencia de Datos <i>Carlos Andreu y Víctor Manuel Ortiz</i>	68
Utilización de catapultas para el aprendizaje de capacidad de procesos <i>Oscar Trull, J.Carlos García-Díaz, Angel Peiro-Signes, César Gómez</i>	77
Digitalización y Virtualización en la FP: Un Proyecto Erasmus+ para la reinserción de personas mayores <i>Maria Fito y Oscar Trull</i>	83
Metacognición en el Aula Universitaria: Un Enfoque Práctico con Ahaslides <i>José Luis Galdón y Juan José Lull</i>	89
Enseñando a programar Máquinas de Elementos Finitos con dos enfoques distintos <i>Maria-Isabel Rocha-Gaso, Roberto Zazo-Manzaneque y Francisco José Gimeno-Sales</i>	100

Aprendizaje basado en proyectos para la mejora del paisaje lingüístico del patrimonio urbanístico de Valencia

María Luisa Carrió Pastor¹, Cristina Nogués Meléndez²

Departamento de Lingüística Aplicada, Universitat Politècnica de València

(lcarrio@upv.es, cnogues@idm.upv.es)

Universitat Politècnica de València

Cno. de Vera, s/n, 46022, Valencia

RESUMEN

Las asignaturas de inglés de especialidad en la UPV preparan al alumnado para desenvolverse en un entorno profesional internacional, desarrollando habilidades comunicativas en inglés específicas de su área de conocimiento. Como parte de su formación, los estudiantes de disciplinas técnicas suelen colaborar en proyectos interdisciplinares, una práctica habitual en su ámbito profesional. El presente trabajo se ha desarrollado en el marco del Proyecto de Innovación y Mejora Educativa y tiene como finalidad mejorar la coordinación entre asignaturas de inglés pertenecientes a titulaciones que, aunque comparten áreas temáticas y objetivos, no colaboran para desarrollar proyectos de carácter interdisciplinar. Para ofrecer una experiencia de aprendizaje cercana a la realidad profesional que vivirán los estudiantes, se ha implementado la metodología de aprendizaje basado en proyectos con una propuesta que pretende contribuir a potenciar ciudades y comunidades sostenibles e inclusivas, en las que el paisaje lingüístico es de vital importancia. Ello se enmarca en el Objetivo de Desarrollo Sostenible (ODS) 11. Mediante proyectos colaborativos, equipos de trabajo de estudiantes de tres grados de la UPV, que cursan 3 asignaturas de inglés para la ingeniería y la arquitectura y colaboran para identificar las necesidades del paisaje lingüístico de la ciudad de Valencia. Para ello, se trazan distintos pasos. En primer lugar, los profesores responsables del proyecto forman a los estudiantes acerca del paisaje lingüístico. En segundo lugar, los equipos efectúan un trabajo de campo en el paisaje lingüístico de Valencia, que se divide por zonas. En tercer lugar, se organiza un seminario para que todos los grupos expongan los problemas y soluciones identificados. Finalmente, aquellos aspectos del paisaje lingüístico a mejorar son remitidos al Ayuntamiento de Valencia. Se pretende así transferir conocimientos desde la universidad a la ciudad de Valencia.

1. INTRODUCCIÓN

En el contexto actual, caracterizado por acelerados avances tecnológicos y por profundos desafíos sociales, culturales y medioambientales, se hace imprescindible diseñar experiencias educativas capaces de responder a esta nueva complejidad. Además, la universidad debe desempeñar un papel clave como agente de transferencia, llevando los conocimientos, avances y mejoras generados al conjunto de la sociedad. Esto se refleja

en los objetivos que la Universitat Politècnica de València (UPV) se marca para sus egresados en lo que respecta a su formación en competencias transversales, especialmente en cuanto al compromiso social y medioambiental, la innovación, el trabajo en equipo interdisciplinar y la comunicación efectiva.

La propuesta que presentamos adopta la metodología del Aprendizaje Basado en Proyectos (Kokotsaki, Menzies y Wiggins, 2016) para situar al estudiante en el centro y conectarlo con su futura realidad profesional, especialmente en ámbitos como la ingeniería y la arquitectura, donde el trabajo colaborativo e interdisciplinar resulta esencial. Esta metodología se ha aplicado con el fin de motivar al alumnado de los distintos grados para que relacionen y complementen sus conocimientos en lo que respecta a aquellas áreas que tienen afinidades disciplinares y profesionales. En la UPV varias titulaciones están relacionadas con el paisaje lingüístico y, por ello, decidimos diseñar un proyecto que abordara este ámbito desde un enfoque colaborativo e interdisciplinar, incluyendo cuestiones relevantes para la formación de los futuros profesionales.

El enfoque interdisciplinar en el contexto de este proyecto permite poner en contacto a alumnos cuyos conocimientos pueden aportar mejoras al paisaje lingüístico de una ciudad, ya que se trata de futuros arquitectos, topógrafos e ingenieros de diseño. Estos alumnos pueden colaborar en su futura profesión para mejorar su entorno, contribuyendo a la sostenibilidad cultural y la integración social, iniciando ya esta colaboración a través del ABP y la investigación disciplinar.

1.1. Los paisajes lingüísticos: las lenguas que nos rodean

Los paisajes lingüísticos son las expresiones lingüísticas que encontramos en un paisaje determinado. Son principalmente expresiones escritas que identifican y reflejan la importancia de ciertos lugares, guiando a los habitantes de una ciudad (Cenoz y Gorter, 2008). Tradicionalmente ha sido un tema que se ha considerado solo relevante para los distintos partidos políticos que gobiernan, dándose importancia o no al multilingüismo según sus idearios. Actualmente, gracias a internet, se realizan búsquedas online que nos muestran los paisajes urbanos que nos interesan, pero también hemos de prestar atención a aquellos lugares que no se identifican o se mencionan pero que forman parte de la herencia cultural y monumental de una ciudad.

Por ello, los paisajes lingüísticos han de cuidarse y describirse con exactitud en una sociedad que apoya el multilingüismo (Cenoz y Gorter, 2008; Esteba, 2013). Para que una ciudad sea inclusiva y sostenible ha de cuidar la información que le da al ciudadano y, en el caso específico que nos ocupa, Valencia, que es una ciudad turística, ha de cuidar en gran manera sus paisajes lingüísticos para informar con precisión de su herencia cultural.

Los paisajes lingüísticos constituyen, además, un excelente campo de experimentación para los estudiantes de lenguas, ya que fomentan su aprendizaje en un entorno multimodal que integra elementos visuales, textuales y sonoros (Carrió Pastor, 2022). Al explorar el paisaje lingüístico en el medio urbano, los estudiantes se enfrentan

a la información procedente de múltiples fuentes (imágenes, sonidos, textos, símbolos), lo que intensifica su experiencia de aprendizaje y potencia su competencia comunicativa multimodal. Tal como señala Carrió Pastor (2022, p. 156) “Second language teaching and multimodal literacy are strongly connected as nowadays communication is composed of verbal and non-verbal elements”, lo que resulta crucial en entornos urbanos en los que coexisten diversos elementos visuales y lingüísticos.

1.2. Incorporación de los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS)

Como se ha señalado previamente, la enseñanza de lenguas en el contexto de la UPV debe responder a los retos sociales, económicos y medioambientales a los que nos enfrentamos. Estos desafíos ponen de relieve la necesidad de formar a los estudiantes para que sean capaces de integrarse en equipos multidisciplinares, para que trabajen de forma ágil y sepan adaptarse a cambios acelerados y a retos acuciantes. Entre ellos se encuentra la búsqueda de la sostenibilidad y espíritu de inclusión de nuestras ciudades, el Objetivo de Desarrollo Sostenible 11 (ODS 11; United Nations, 2015). En la UPV hay un gran número de asignaturas, así como organismos comprometidos con el desarrollo de los ODS, por ello consideramos que las asignaturas impartidas en el Departamento de Lingüística Aplicada pueden aportar transferencia a la sociedad identificando posibles problemas lingüísticos en el paisaje monumental de la ciudad de Valencia y proponer mejoras. Este estudio también va en la línea de contribuir a la alianza UPV-Ciudad.

1.3. Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP)

El ABP es una metodología activa y constructiva que sitúa al estudiante en el centro del proceso. Se ha consolidado como una metodología eficaz en la educación superior para fomentar el aprendizaje activo y desarrollar competencias técnicas y transversales (Boss & Kraus, 2014; Kokotsaki, Menzies & Wiggins, 2016). Este enfoque permite desarrollar competencias clave en un contexto realista del futuro desempeño profesional de los estudiantes. En la enseñanza del inglés de especialidad en una universidad es necesario fomentar el desarrollo de actividades formativas que faciliten la transferencia del conocimiento adquirido a la vida real y profesional. Esto pasa por diseñar propuestas que reflejen la complejidad y la interdisciplinariedad de las soluciones requeridas hoy en día para poder gestionar retos que suelen demandar la colaboración entre expertos de distintas disciplinas como son la ingeniería, el urbanismo, y la arquitectura.

Por ello, consideramos que el aprendizaje basado en proyectos es una metodología apropiada para este fin ya que permite plantear escenarios complejos que requieren la implicación activa de los participantes para buscar soluciones a problemas reales de forma coordinada. Hemos detectado que no existen propuestas basadas en el ABP que propicien la colaboración entre estudiantes procedentes de grados de las ramas de la ingeniería y la arquitectura, por lo que hemos considerado esta práctica educativa para identificar cómo el ABP puede beneficiar el análisis e implementación de mejoras en el paisaje lingüístico.

Tras tener en cuenta todos estos aspectos, se han planteado dos objetivos para este artículo. Por un lado, diseñar los pasos para identificar las necesidades y carencias del

paisaje lingüístico de la ciudad de Valencia y, por otro, mejorar la competencia comunicativa de los alumnos mediante el ABP.

Para poder conseguir estos objetivos, se va a describir a continuación la metodología seguida, en la que se detallarán los pasos para identificar las necesidades del paisaje lingüístico. Después, en los resultados, se narrarán las mejoras de la competencia comunicativa de los alumnos.

2. METODOLOGÍA

2.1. Participantes y material

2.1.1 Participantes

Este estudio se ha basado en el material elaborado por y para los alumnos de las siguientes asignaturas:

- A) Inglés aplicado a la arquitectura B2 (13340). Se imparte en el Grado en Fundamentos de la Arquitectura en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- B) English for Interior Design (1493), impartida en el Grado en Diseño Arquitectónico de Interiores en la Escuela Técnica Superior de Arquitectura.
- C) Inglés Técnico (10322), impartida en el Grado en Ingeniería en Diseño Industrial.

Participaron 242 estudiantes que formaban parte de 5 clases de lengua inglesa distribuidos en un total de 54 equipos de trabajo. Se organizó a los alumnos como se observa en la Tabla 1:

Tabla 1. Participantes

Escuela	Nº estudiantes	Nº grupos (clases)	Nº equipos
ETSA	216	4	49
ETSID	26	1	5
TOTAL	242	5	54

2.1.2. Material

Los materiales que se utilizaron fueron, en primer lugar, una plantilla de Excel en la que debían de insertar los datos sobre el paisaje lingüístico de Valencia (Figura 1). En ella se incluyeron los datos más relevantes desde el punto de vista lingüístico de los edificios emblemáticos de Valencia.

Figura 1. Plantilla Excel utilizada para incluir los datos

SQUARE/STREETS		LANGUAGES				PHOTO		VIDEO PRESENTATION	QR CODE	BUILDING	BUILDING	BUILDING	BUILDING	BUILDING
MARIA CRISTINA STREET AND MERCADO SQUARE		SPANISH	VALENCIAN	ENGLISH	BRAILLE	YES	NO	YES/NO	YES/NO	YEAR	STYLE	LOCATION	ARCHITECT	COMMENTS
The Lorja de la Seda	Yes	Yes	Yes	No	No	No	No	Yes	1482-1553	Valencian Gothic	Maria Cristina Avenue, Valencia	Pere Compte	It has clear information on the side of the door, but the information in the QR code leads you to the main page with different monuments, so you have to search the place where you are at. Also, from this sheet you can only see the back of the building, for that reason is not accessible from this point.	
Central Market (Mercado Central)	No	No	No	No	No	No	No	No	1914-1928	Valencian Art Nouveau	Maria Cristina Avenue, Valencia	Alexandre Soler March and Francesc Guàrdia Vidal	There wasn't any information about the building in any of its proximities. Our visit to this building was quite interesting, it gave us the opportunity to see the variety of food and also cultures, since there was from Spanish to Moroccan food. The environment is very crowded and with lots of people from different countries. The local stores in the Central Market don't stand only to the interior space but also to the exterior, where the stores may or may not be of food.	
Los Santos Juanes church	No	No	No	No	No	No	No	No	Built in mid-13th century and reconstructed in 1700	Initially was Gothic but with its reconstruction it changed to Baroque	Maria Cristina Avenue, Valencia	-	There wasn't any information about the building, and there wasn't any access to it, since it's only accessible for religious events.	
Sotanos Building	No	No	No	No	No	No	No	No	1929	Academic Classic	Maria Cristina Avenue, Valencia	Francisco Almeraz Quinzá	There wasn't any information about the building. It's located in the beginning of the Avenue, its architect is the one that built the Mestalla, and it was the first building to overcome in height the Maguete.	
												CONCLUSION	The outdoor space in this part of the Center of Valencia is very nice, we enjoyed our visit there, because we were able to see different styles coexist, merging their characteristics and making the Market square and the Maria Cristina Avenue a really enjoyable journey were, while you are walking, you may discover new views.	

Así mismo, se prepararon directrices para la elaboración del informe final y de las presentaciones orales que debían hacer en el aula. Todo este material se compartió en Google Drive con las profesoras y en Poliformat con los alumnos.

Con el fin de evaluar este experimento, se realizó una rúbrica que consideraba el contenido y la competencia lingüística. Así mismo, también se diseñó un plan para la retroalimentación individual y grupal.

2.2. Método

Este estudio se llevó a cabo en varias fases. Por un lado, se consultó con expertos la puesta en marcha del proyecto mediante un estudio por parte del profesorado implicado, que fueron asesorados por profesorado de los grados de Arquitectura, quienes les ayudaron a identificar las distintas zonas del proyecto en la ciudad de Valencia.

Por otro lado, se formó a los alumnos en el concepto del paisaje lingüístico, para que fueran conscientes de sus implicaciones, así como se les presentó el proyecto que se planteaba para salvaguardar el multilingüismo en el patrimonio urbanístico de Valencia.

A continuación, se formaron los equipos de trabajo, que se distribuyeron de la siguiente manera:

- Recorrido 1: Plaza del Ayuntamiento/Calle Játiva
- Recorrido 2: Calle de la Paz/Calle del Mar
- Recorrido 3: Plaza de la Reina/Calle Caballeros
- Recorrido 4: Plaza de la Merced (Mercado Central...) /Barón de Cárcer
- Recorrido 5: Calle Cirilo Amorós/Avda. Antiguo Reino
- Recorrido 6: Calle Poeta Querol/Plaza del Patriarca

Los alumnos se distribuyeron en los distintos recorridos según los grupos descritos anteriormente. Durante los recorridos por las zonas elegidas, los estudiantes mantuvieron contacto formal e informal. Así mismo, en la fase de elaboración del informe y la presentación oral, conectaron virtualmente a través de herramientas

colaborativas como Poliformat, TEAMS y Google Meet y también de forma presencial aprovechando los espacios que ofrece la UPV, tales como aulas, despachos y salas de reuniones y en los espacios urbanos donde realizan su trabajo de campo.

Una vez realizados todos los contactos, finalmente se realizaron los informes finales de cada uno de los recorridos por los distintos grupos, identificando las carencias del paisaje lingüístico de Valencia. Una vez presentados en clase, se estableció un debate sobre el tema y finalmente se evaluaron por los profesores teniendo en cuenta la rúbrica elaborada para tal fin.

3. RESULTADOS

Los resultados obtenidos en esta práctica docente basada en ABP han sido de diversa índole. Por un lado, se obtuvieron descripciones del paisaje lingüístico de algunos edificios en Valencia, indicando las carencias o posibles mejoras que los alumnos habían detectado. Se pueden ver dos muestras en los ejemplos (1) y (2).

(1)

Pza. Sta. Catalina, Carrer Palau, Pza. Arzobispo

After our visit to the area and the interview with the tourists, we have come to the conclusion that the area is a bit remote and does not have much information about the places of interest. There are no information signs on several buildings and there are even some unmarked ones. In the Plaza de la Almoina, next to Calle del Palau, we could see how many tourists were taking photos of the Chapel of San Pedro without really knowing what it was. In the same square, there's also the Almoina museum which has a sign with information for blind people but not for the rest. As a general conclusion, we think that the city council should put more information for the tourists and the people.

(2)

Pza. de la Reina

This is another information point that you can find in La Plaza de la Reina. This informational panel is about the history of Valencia, with the title: Valencia, a city founded over water. The panel explains how the ancient Roman Valencia lived in an environment surrounded by water.

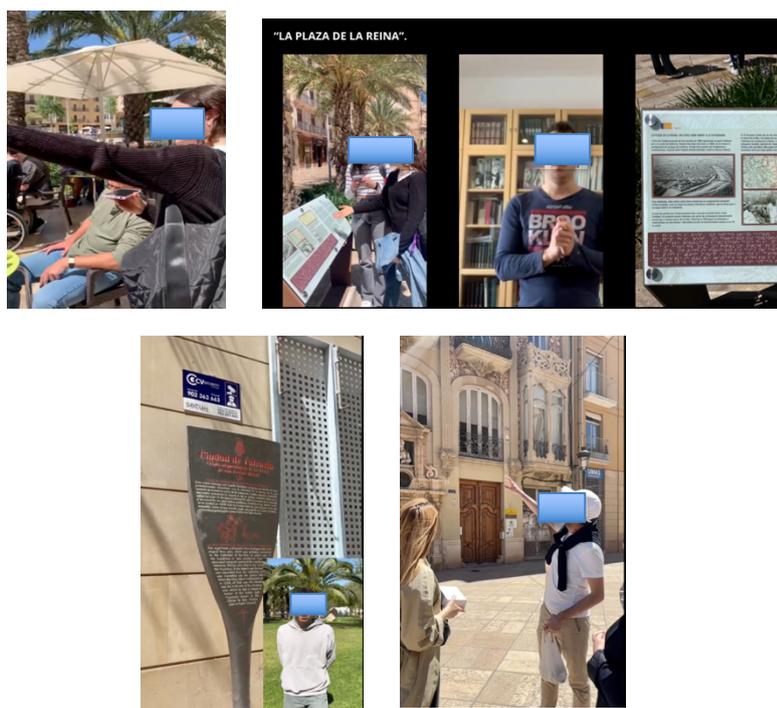
Now, talking about the panel, it is translated into English, Valencian Spanish, and Braille, where both translations agree with each other with good writing. In it, we can't find any QR code and videos, but there are photos that reflect the history of La Plaza de la Reina in ancient Valencia.

Despite this, we consider it important for the photos to have a caption reflecting the year they were taken. Additionally, these photos only appear in the Valencian version of the text, which is more comprehensive than the others. Therefore, we believe it would be necessary to change the location of the panel as it is hidden between one of the restaurants and is difficult to see.

Se puede apreciar en los ejemplos que los alumnos son críticos con la información lingüística que se muestra en la ciudad, valorando su escritura y si son explícitos o no. Consideramos que este es un resultado positivo, ya que ayuda a que los alumnos sean más maduros y que aprendan a conocer y desear mejorar su entorno. Estos aspectos se valoraron en la rúbrica, lo que llevó a evaluar de forma positiva la colaboración entre los alumnos del grupo.

Así mismo, varios grupos presentaron videos cuidadosamente editados para proporcionar una representación visual y sonora más rica del paisaje lingüístico en la zona que les fue asignada, así como de las interacciones que mantuvieron con ciudadanos y visitantes, en las que les preguntaban sobre aspectos del paisaje lingüístico, tales como la visibilidad de los textos e imágenes, la claridad de los contenidos o el impacto de estos en la percepción del entorno. La Figura 2 nos muestra ejemplos de vídeos y fotos de los alumnos analizando el paisaje lingüístico.

Figura 2. Capturas de los videos de los alumnos en el trabajo de campo.



Para completar la evaluación sobre el análisis del paisaje lingüístico implementado con ABP, tras las presentaciones grupales se llevaron a cabo debates en todas las clases en los que se extrajeron las principales conclusiones y se propusieron líneas de actuación futuras dirigidas a mejorar el paisaje lingüístico en la ciudad de Valencia. Tras el informe, se le mandó a cada alumno la nota y se le añadieron comentarios como forma de retroalimentación, como se ve en la Figura 3:

Figura 3. Ejemplo de retroalimentación a los alumnos

This is a top-notch report—impressively polished and clearly above the level I usually expect at this stage. It seems likely you made extensive use of AI or translation tools, which is understandable but something to be mindful of. Nevertheless, the way you organised the content and the depth of your analysis shows strong engagement with the task and, I hope, genuine learning. Overall, excellent work.

Los resultados que se extrajeron de esta práctica fueron diversos, los cuales dieron respuesta a los objetivos trazados en este estudio. Por un lado, se diseñó la forma de evaluar el paisaje lingüístico de los monumentos históricos de Valencia, estableciendo la documentación para poder identificar las necesidades para una comunicación plena. Por

otro, se observó que hubo una mejora en competencia comunicativa de los alumnos, que se identificó con la rúbrica diseñada para tal fin. Adicionalmente, los alumnos fueron críticos con la forma que tenían de comunicarse, lo cual implicó un aumento de la motivación en el aula ya que consideraban que se transfería a la sociedad sus conocimientos. Prueba de ello es la alta implicación y motivación de los estudiantes en las tareas y presentaciones, como demuestra el esmero con el que prepararon sus presentaciones y el valor documental de los videos, además de la participación en el debate que siguió.

Así mismo, identificamos una convergencia entre la capacitación lingüística y la disciplinar, ya que las tareas pedagógicas centradas en el análisis del paisaje lingüístico les dieron acceso a información de interés para arquitectos e ingenieros.

CONCLUSIONES

Como se detalla en la sección anterior, este estudio nos ha permitido recopilar información valiosa para el estudio del paisaje lingüístico. Las actividades promovieron la práctica de la competencia comunicativa en inglés en un entorno técnico y el intercambio de información, favorecieron la colaboración y produjeron momentos de interacción informal entre los estudiantes, generando un ambiente de trabajo favorable.

Tenemos que tener en cuenta que, mediante este experimento basado en el ABP, hemos deseado recrear que en la mayoría de los proyectos de una cierta complejidad participan profesionales de distintas áreas de especialidad. En la práctica docente que presentamos, consideramos que se han extraído resultados positivos. Por un lado, hemos incentivado el espíritu crítico de los alumnos, además de que sean conscientes del multilingüismo que les rodea. Por otro lado, hemos tenido en cuenta su forma de evaluar, sintetizar y proponer medidas para mejorar la comunicación, lo cual les ha formado como ciudadanos conscientes de lo que les rodea.

Adicionalmente, las profesoras participantes, procedentes de distintos centros, han tenido la oportunidad de colaborar de forma estrecha en el diseño, implementación y evaluación de las actividades que conforman el proyecto, lo que les ha permitido conocer mejor las necesidades y puntos de convergencia entre las distintas escuelas y disciplinas y colaborar para lograr metas pedagógicas compartidas. Estamos satisfechas con el trabajo realizado, ya que ha tenido una buena acogida entre los alumnos y consideramos que hemos sentado las bases para futuras colaboraciones, aprovechando la experiencia adquirida en este proyecto. Hemos puesto en marcha un diseño complejo y somos conscientes de que será necesario realizar ajustes, especialmente en lo concerniente a la coordinación entre escuelas, de manera que las actividades se desarrollen dentro de un calendario y unos horarios compatibles para todos. Ello exige una planificación previa muy precisa, que prevea fechas alternativas en caso de que alguna actividad tuviera que ser reprogramada.

Por último, nos gustaría resaltar un resultado positivo de este trabajo. Creemos que, en estos tiempos caracterizados por la separación que imponen las pantallas y con la irrupción de la IA en nuestras vidas, los vínculos personales que se crean entre los

estudiantes cuando colaboran en proyectos como este, con un alto grado de interacción presencial, tanto formal como informal, resultan muy enriquecedores en el plano personal y educativo, tanto para los alumnos como para los profesores.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Boss, S., & Krauss, J. (2014) *Reinventing Project-Based Learning: Your Field Guide to Real-World Projects in the Digital Age* (2nd ed.) International Society for Technology in Education.
- [2] Carrió Pastor, M. L. (2022). Teaching multimodal metadiscourse in academic English as a foreign language. *Porta Linguarum IV*, 155-172.
<https://doi.org/10.30827/portalin.vi.21423>
- [3] Cenoz, J. y Gorter, D. (2008). The linguistic landscape as an additional source of input in second language acquisition. *International Review of Applied Linguistics in Language Teaching*, 46(3): 267-287. <https://doi.org/10.1515/IRAL.2008.012>
- [4] Kokotsaki, D., Menzies, V., & Wiggins, A. (2016). Project-based learning: A review of the literature. *Improving Schools* 19(3), 267-277.
<https://doi.org/10.1177/1365480216659733> (Original work published 2016)
- [5] United Nations. (2022). *Transforming our world: The 2030 agenda for sustainable development*. United Nations. <https://sdgs.un.org/2030agenda>

¿Pueden los LLMs impedir una evaluación efectiva del aprendizaje?

Carlos T. Calafate¹, Jamie Wubben², José Daniel Padrón³, Virginia Casino⁴

¹DISCA – ETSINF, calafate@disca.upv.es

²DISCA – ETSINF, jwubben@disca.upv.es

³DISCA – ETSINF, jdpaper@disca.upv.es

⁴DISCA – ETSINF, vcassan@disca.upv.es

RESUMEN

Hoy día estamos viendo como los modelos de lenguaje grandes (LLMs) están evolucionando a un ritmo vertiginoso, destacando por unas capacidades crecientes en cuanto a entendimiento de las consultas que se realizan, y calidad de las respuestas devueltas al usuario. Concretamente, ChatGPT de la empresa OpenAI es el caso más ilustrativo de esta evolución, que en solo 4 años ha pasado del modelo GPT-3 (2020), al actual modelo GPT-4o (2024). Ante este acelerado proceso surge la inquietud de hasta qué punto puede este tipo de herramientas socavar el proceso de evaluación cuando el alumnado dispone de acceso a la misma al ser evaluado. Para dar respuesta a esto, se ha solicitado a ChatGPT que dé solución a los diferentes tipos de actividades de evaluación de una asignatura de redes del Grado en Ingeniería Informática (GII) de la UPV. Los resultados obtenidos son inquietantes, ya que muestran una evolución clara en las capacidades de estos modelos de lenguaje grandes, los cuales logran ya igualar los resultados de evaluación de un alumno medio.

1. INTRODUCCIÓN

El auge de los modelos de lenguaje grandes (LLMs), popularizados por ChatGPT, ha revolucionado diversos sectores, y el ámbito educativo no es una excepción. Estos modelos de inteligencia artificial, capaces de generar texto de forma autónoma y coherente, han abierto nuevas oportunidades tanto para estudiantes como para profesores [1]. En particular, ChatGPT ha demostrado ser una herramienta útil en el aprendizaje personalizado, al ofrecer respuestas detalladas y adaptadas a las preguntas de los estudiantes, generando explicaciones claras y accesibles sobre temas complejos, e incluso ayudando en la resolución de problemas específicos [2]. Además, la reciente mejora en la accesibilidad de estas herramientas ha permitido que su uso se extienda de manera generalizada en el ámbito universitario, donde su capacidad para servir como tutor virtual ha generado un gran interés entre educadores y estudiantes [3].

No obstante, el impacto de estos modelos en la evaluación académica ha despertado preocupación [4]. A medida que ChatGPT y otros LLMs se han vuelto más sofisticados, también ha aumentado la posibilidad de que los estudiantes utilicen estas herramientas para completar exámenes y tareas, lo que plantea interrogantes sobre la equidad y la

autenticidad de los resultados académicos [5]. El principal desafío radica en que estos modelos pueden generar respuestas que, a simple vista, parecen ser producto del esfuerzo y la comprensión del estudiante, cuando en realidad han sido producidas por la IA. Esto tiene importantes implicaciones para la integridad académica, particularmente en un contexto donde cada vez más universidades adoptan sistemas de enseñanza y evaluación remotos, lo que dificulta la supervisión directa del rendimiento de los estudiantes [6].

Este artículo se centra en analizar el impacto de ChatGPT en la evaluación universitaria, utilizando como caso de estudio una asignatura del tercer año del grado en Ingeniería Informática de la UPV. En el estudio se comparan los resultados obtenidos por ChatGPT, en sus versiones GPT-3.5 y GPT-4o, con los resultados obtenidos por los estudiantes en los diferentes actos de evaluación de la asignatura. El objetivo es determinar en qué medida el uso de este tipo de herramientas puede distorsionar los resultados obtenidos, impidiendo así una evaluación efectiva del aprendizaje. A través de este análisis, buscamos también ofrecer una visión más clara sobre las oportunidades y riesgos que los modelos de lenguaje como ChatGPT presentan en el contexto de la evaluación académica [7], así como analizar también la evolución en las capacidades de este tipo de herramientas.

2. CONTEXTO: LA ASIGNATURA DCLAN

La asignatura Diseño y Configuración de Redes de Área Local (DCLAN) es una asignatura obligatoria para todos aquellos estudiantes matriculados en el Grado en Ingeniería Informática de la UPV. En concreto, se encuentra en la especialización en Tecnologías de la Información (TI) donde contribuye de forma significativa a adquirir competencias clave del grado y de la especialización, tales como: (i) Conocimiento y aplicación de las características, funcionalidad y estructura de Sistemas Distribuidos, Redes de Computadoras e Internet; y (ii) Capacidad para diseñar sistemas, aplicaciones y servicios basados en tecnologías de red, incluyendo Internet, web, comercio electrónico, multimedia, servicios interactivos e informática móvil.

La asignatura se desarrolla en el sexto semestre de la titulación (3º curso), durante el período que va de febrero a mayo, y está dotada de 4,5 créditos ECTS. Estos 4,5 créditos se dividen en créditos de teoría (3 ECTS) y créditos de prácticas (1,5 ECTS). Las clases teóricas se llevan a cabo todas las semanas como una única sesión de 2 horas. Durante estas sesiones, el profesor imparte clases magistrales a los estudiantes usando diferentes recursos como diapositivas, vídeos y pizarra. Estas clases magistrales se intercalan frecuentemente con cuestionarios y pruebas breves para los estudiantes. Las sesiones de laboratorio también tienen lugar una vez por semana. Durante las sesiones de laboratorio, los estudiantes tienen contacto directo con hardware de red, como puntos de acceso e switches de alto rendimiento, para realizar tareas de administración. Además, los estudiantes también realizan simulaciones de redes para conocer el desempeño de las diferentes tecnologías de red bajo diferentes cargas, entre otros objetivos. En cuanto a la evaluación, se definen un total de cinco actividades de evaluación, dos de ellas

relacionadas con los contenidos de las clases teóricas, y tres relacionadas con los contenidos de las sesiones de laboratorio. Los detalles sobre estas actividades de evaluación se presentan en la Tabla I.

Tabla I. Actos de evaluación de la asignatura DCLAN.

<i>Contexto</i>	<i>Número y tipo</i>	<i>Peso en la nota final</i>	<i>Fechas</i>
Teoría	2 exámenes de respuesta abierta (con ejercicios)	60% (30% cada uno)	Abril / Junio
Prácticas	2 exámenes tipo test	20% (10% cada uno)	Abril / Junio
	Trabajo (proyecto grupal)	20%	Mayo

3. METODOLOGÍA ADOPTADA PARA EL ESTUDIO

El estudio se desarrolló en tres fases: recopilación de exámenes, resolución de estos por ChatGPT y evaluación comparativa. Para la recopilación, se utilizaron exámenes de cinco años de la asignatura (cursos entre 2017-18 y 2022-23), excluyendo el curso 2019-20 debido a la distorsión provocada por la COVID-19 [8]. Tal y como ilustra la Tabla I, la asignatura incluye dos exámenes teóricos, dos test prácticos, y un trabajo en grupo; este último consiste en la configuración de un complejo escenario de red usando la herramienta Cisco Packet Tracer [9], y su evaluación mediante ChatGPT ha requerido una metodología distinta, involucrando un alumno que nunca había cursado la asignatura para que actuase de puente entre ChatGPT y Cisco Packet Tracer.

Las preguntas se introdujeron en las versiones GPT-3.5 y GPT-4o de ChatGPT. En este contexto, hay que destacar que la versión GPT-4o permitió subir el examen completo, con sus correspondientes tablas y figuras, mientras que GPT-3.5 solo pudo responder preguntas una por una, limitando su información. Ambos modelos resolvieron los mismos exámenes, cuyas respuestas se evaluaron con los mismos criterios que a los estudiantes.

4. RESULTADOS DE EVALUACIÓN

En este apartado vamos a analizar los resultados obtenidos en nuestras pruebas. Para ello empezamos por ver con detalle la distribución de notas medias obtenidas en los diferentes cursos académicos analizados. En la Figura 1 tenemos diagramas de caja y bigotes correspondientes a los dos exámenes de teoría, y los dos test de prácticas. Como se puede comprobar, para los estudiantes los valores medios suelen encontrarse entre 4 y 6 puntos; por lo contrario, los modelos LLM presentan resultados bastante dispares. Obsérvese como, con GPT-3.5, la nota alcanzada suele rondar el 3 para el primer parcial, y aumenta prácticamente al doble en el segundo parcial. Esto se debe a que el primer parcial tiene un importante componente de ejercicios, lo cual significa que este modelo de lenguaje

no es capaz de entender y resolver dichos ejercicios; por lo contrario, en el segundo parcial hay muchas más preguntas de teoría, razón por la cual los LLMs mejoran sustancialmente los resultados, prácticamente duplicando la nota alcanzada. Hay que destacar en este sentido las diferencias significativas entre el modelo GPT-3.5 y el GPT-4o, siento que este último modelo logra superar claramente al estudiante medio.

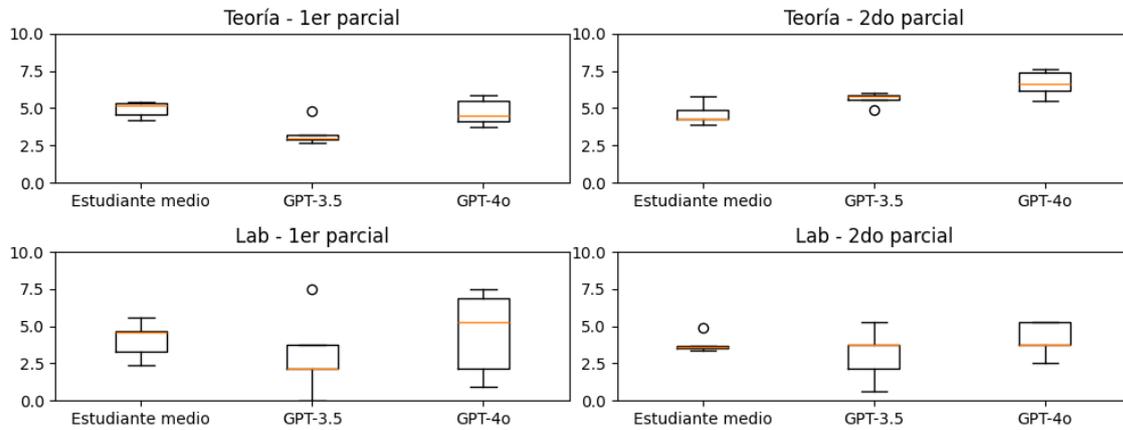


Figura 1. Diagramas de caja y bigotes para los diferentes resultados de evaluación medios estudiados (cursos 2017-18 al 2022-23, con excepción del curso 2019-20).

En lo que respecta a test de laboratorio, los cuales son de respuesta múltiple, podemos observar una gran variabilidad en los resultados obtenidos por ambos modelos. Destacar especialmente las mejoras introducidas con GPT-4o, el cual presenta mejoras sustanciales respecto al modelo anterior, especialmente en el primer test.

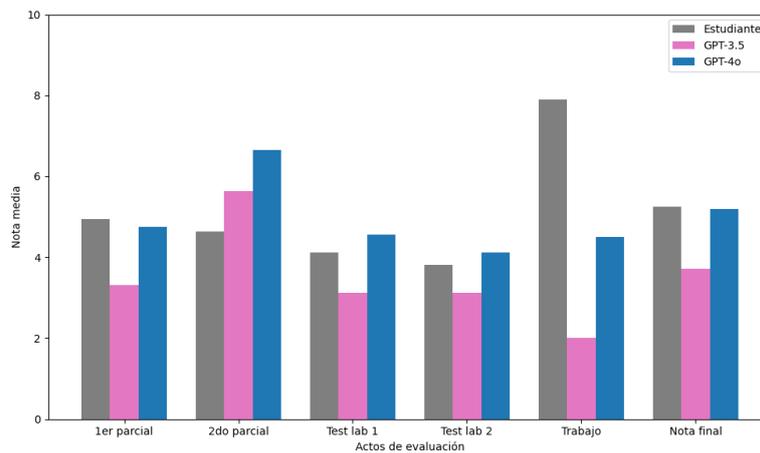


Figura 2. Resultados medios obtenidos en los diferentes actos de evaluación por los alumnos y los 2 modelos de LLM estudiados, incluyendo la media final.

En la Figura 2 podemos ver a modo resumen una comparativa de la nota media para todos los actos de evaluación, donde ahora se incluye también la nota media del trabajo, así

como la nota final. Concluimos que, a excepción del trabajo, el cual tiene un grado de complejidad bastante alto para su resolución, los nuevos modelos de lenguaje grandes logran ya superar al estudiante medio en prácticamente todos los actos de evaluación, y se prevé que esta tendencia se acentúe de cara a futuras generaciones de estos modelos. Esto tiene como resultado que la nota media final en la actualidad está ya a la par con la nota del alumno medio, y lo superará en muy poco tiempo.

CONCLUSIONES

En este artículo se ha tratado de estudiar hasta qué punto la aparición de tecnologías como los modelos de lenguaje grandes (LLMs), y su amplia disponibilidad a la sociedad en general, incluido el alumnado universitario, puede tergiversar los resultados de evaluación en aquellos contextos en que el alumnado disponga de acceso a Internet durante la realización de pruebas de evaluación, tal y como ocurrió ampliamente durante el período del COVID-19, y hasta cierto punto sigue dándose en la actualidad. Mediante un análisis riguroso de la capacidad de este tipo de herramientas para resolver los diferentes exámenes asociados a los varios actos de evaluación de una asignatura del Grado en Ingeniería Informática, llegamos a la conclusión de que efectivamente estas herramientas alcanzan ya, en la mayoría de casos, los resultados medios obtenidos por nuestro alumnado, mostrando aún especial dificultad en la resolución de ejercicios y proyectos complejos, como el propuesto usando el entorno Cisco Packet Tracer. Destaca también la rápida evolución y mejora de estas herramientas, como se pudo comprobar comparando la actual versión (ChatGPT-4o) con una de las primeras versiones disponibles (ChatGPT-3.5). Ante estos resultados procede actuar con plena consciencia de las capacidades de los LLMs, aprovechando las ventajas que pueden ofrecer de cara a su integración en los mecanismos de aprendizaje, pero evitando su abuso en todos aquellos actos de evaluación susceptibles de ver sus resultados distorsionados por los LLMs, lo cual puede resultar muy complejo de lograr en trabajos a realizar fuera de clase.

Entre las posibles medidas a llevar a cabo por parte del profesorado en la evaluación de la asignatura para combatir el impacto de los LLMs en la evaluación, destacamos:

- Verificar, en cada trabajo propuesto, cuál sería la respuesta de diferentes modelos de LLM, para comprobar hasta qué punto el alumno tendría soporte de esta herramienta para su realización, y en qué medida tendría que aportar más o menos conocimientos propios.
- En actos de evaluación, como exámenes escritos, donde no proceda el uso de estas herramientas, pero donde al alumno pudiese usarlas de manera ilegítima, la orientación hacia ejercicios en formato propio de la asignatura, o la esquematización de preguntas en formato tabla, complica bastante el uso de estas herramientas, y sería recomendable también.
- Evitar crear preguntas con enunciados demasiado enrevesados para intentar confundir a las herramientas de IA, ya que eso afectaría el rendimiento estudiantil, y generaría un agravio comparativo con alumnos de años previos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] K. Fuchs, "Exploring the Opportunities and Challenges of NLP Models in Higher Education: Is Chat GPT a Blessing or a Curse?" *Frontiers in Education* 8 (2023). <https://doi.org/10.3389/feduc.2023.1166682>.
- [2] C.K. Lo, "What Is the Impact of ChatGPT on Education? A Rapid Review of the Literature" *Education Sciences* 13, no. 4: 410 (2023). <https://doi.org/10.3390/educsci13040410>
- [3] Y. Dan, Z. Lei, Y. Gu, Y. Li, J. Yin, J. Lin, L. Ye, Z. Tie, Y. Zhou, Y. Wang, A. Zhou, Z. Zhou, Q. Chen, J. Zhou, L. He, X. Qiu. "EduChat: A Large-Scale Language Model-based Chatbot System for Intelligent Education." *arXiv (Cornell University)* (2023). <https://doi.org/10.48550/arxiv.2308.02773>.
- [4] M. Dibble "Schools Ban ChatGPT Amid Fears of Artificial Intelligence-Assisted Cheating," (2023). Último acceso mayo 27, 2024. <https://www.voanews.com/a/schools-ban-ChatGPT-amid-fears-of-artificial-intelligence-assisted-cheating/6949800.html>.
- [5] G. Jošt, V. Taneski, S. Karakatič. "The Impact of Large Language Models on Programming Education and Student Learning Outcomes" *Applied Sciences* 14, no. 10: 4115 (2024). <https://doi.org/10.3390/app14104115>.
- [6] I. S.Chaudhry, S.A.M. Sarwary, G.A. El Refae, h. Chabchoub, "Time to Revisit Existing Student's Performance Evaluation Approach in Higher Education Sector in a New Era of ChatGPT — A Case Study. *Cogent Education*", no. 10: 1 (2023). <https://doi.org/10.1080/2331186X.2023.2210461>
- [7] I. Adeshola, A.P. Adepoju, The opportunities and challenges of ChatGPT in education. *Interactive Learning Environments*, 1–14 (2023). <https://doi.org/10.1080/10494820.2023.2253858>
- [8] C.T. Calafate, J.M. Cecilia, J.C. Cano, "Análisis del impacto del confinamiento en los resultados de evaluación de una asignatura del grado de Ingeniería Informática," VII Congreso de Innovación Educativa y Docencia en Red (2021). <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/INRED/INRED2021/paper/view/13686>
- [9] Cisco. "Cisco Packet Tracer." URL: <https://www.netacad.com/es/cisco-packet-tracer> (2013). Fecha de acceso: 11 de octubre de 2024.

Fomentando la motivación mediante una plataforma de simulación del juego de Catán

Juan M. Alberola¹, Víctor Sánchez-Anguix², Jaume Jordán¹,
Joaquín Taverner¹, Andrea Conchado³

¹Valencian Research Institute for Artificial Intelligence (VRRAIN). Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain.
jalberola@dsic.upv.es, jjordan@dsic.upv.es, jtaverner@dsic.upv.es

²Instituto Tecnológico de Informática, Grupo de Sistemas de Optimización Aplicada. Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain.
vicsana1@upv.es

³Centro de Gestión de la Calidad y del Cambio. Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022, Valencia, Spain.
anconpei@eio.upv.es

RESUMEN

Con la creciente demanda de profesionales en Inteligencia Artificial (IA) en diversas industrias, es fundamental que las instituciones de educación superior ofrezcan metodologías innovadoras que impulsen el aprendizaje práctico y el compromiso del estudiante. Este estudio explora una experiencia de aprendizaje basada en juegos y simulación diseñada para mejorar las competencias de IA, empleando el juego de mesa Catán como entorno de simulación donde los estudiantes desarrollan agentes de IA capaces de aplicar estrategias de negociación y toma de decisiones en tiempo real. La actividad, estructurada en tres fases (aprendizaje del juego, desarrollo del agente y competición), se evalúa mediante métodos cuantitativos y cualitativos para medir la motivación y el compromiso de los estudiantes, revelando una mayor predisposición hacia la motivación intrínseca y el aprendizaje activo. Los resultados destacan el potencial de esta plataforma para mejorar tanto las competencias técnicas como la motivación de los estudiantes en la educación superior de IA.

1. INTRODUCCIÓN

Con el auge de aplicaciones en diversas áreas, la demanda de profesionales con habilidades específicas en Inteligencia Artificial (IA) y en programación orientada a la toma de decisiones se ha incrementado sustancialmente [1]. Frente a este panorama, resulta esencial que las instituciones de educación superior adapten sus métodos de enseñanza para dotar a los estudiantes de competencias que los preparen para los retos y oportunidades de este campo, no solo en términos de conocimientos técnicos, sino también en su capacidad de pensamiento crítico, resolución de problemas y habilidades computacionales [2].

En el ámbito de la educación, el uso de plataformas de simulación en la enseñanza de la IA permite a los estudiantes aplicar los conceptos aprendidos en clase en un entorno

práctico, lo que incrementa la efectividad del aprendizaje. Estas plataformas, como NetLogo¹, Repast² y PyGomas³, ofrecen experiencias interactivas que facilitan el desarrollo de habilidades prácticas a través de la experimentación y la simulación de situaciones del mundo real, algo clave en la educación de la IA [3]. De hecho, plataformas de simulación específicas para implementar y analizar estrategias, como Genius, permiten a los estudiantes explorar y evaluar técnicas avanzadas de IA, especialmente en sistemas multiagente y técnicas de negociación [4,5,6].

La inclusión de enfoques lúdicos, como el aprendizaje basado en juegos, se ha destacado como un recurso pedagógico eficaz en la enseñanza superior, debido a su capacidad para motivar a los estudiantes y favorecer la retención de conocimientos. Los juegos no solo brindan una experiencia entretenida y desafiante, sino que también han demostrado su eficacia para fomentar el compromiso y la motivación en el aprendizaje [7,8]. Numerosos estudios muestran que el uso de juegos en entornos educativos promueve habilidades técnicas y sociales, como la colaboración, la toma de decisiones y la gestión de recursos [9]. Estos factores contribuyen a que los estudiantes se sientan motivados, comprometidos y dispuestos a participar en actividades complejas de aprendizaje.

Dentro de este enfoque, el juego de mesa *Catán*, en particular, se considera un recurso valioso para desarrollar habilidades estratégicas y de negociación, esenciales en la enseñanza de la IA. Sus reglas y su mecánica, que incluyen elementos de interacción y gestión de recursos, presentan a los estudiantes un desafío en términos de toma de decisiones y estrategia, lo que permite abordar competencias transversales en programación e IA en un entorno controlado y seguro [10]. En este sentido, *Catán* se configura como un escenario ideal para que los estudiantes puedan explorar e implementar distintas estrategias y observar cómo impactan sus decisiones en el resultado final de la partida.

En trabajos anteriores [11,12], presentamos una plataforma de simulación educativa basada en *Catán*, que ofrece un entorno controlado para que los estudiantes desarrollen agentes de IA capaces de implementar y evaluar distintas estrategias. El objetivo principal de esta plataforma es proporcionar a los estudiantes un entorno práctico en el cual puedan aplicar sus conocimientos de IA, además de aumentar su motivación y compromiso con la materia mediante la participación en una actividad estructurada en fases, desde el aprendizaje de las reglas del juego hasta el desarrollo y competición entre agentes programados.

En este artículo se presenta una experiencia educativa desarrollada con la plataforma de simulación de *Catán* aplicada en alumnos del Grado en Tecnologías Interactivas de la Escola Politècnica Superior de Gandia. En esta experiencia, los alumnos desarrollaron diferentes agentes que compiten entre ellos. Como resultado de esta experiencia, se han extraído conclusiones positivas referentes a la efectividad de la plataforma para fomentar

¹ <https://ccl.northwestern.edu/netlogo/>

² <https://repast.github.io/>

³ <https://github.com/javipalanca/pygomas>

la motivación y el aprendizaje práctico de los estudiantes de IA, destacando el valor del aprendizaje basado en juegos en el contexto educativo.

El artículo está organizado de la siguiente manera. En la sección 2, se describe la plataforma de simulación. En la sección 3, se detalla la implementación y desarrollo de la práctica, dividida en fases que van desde la introducción al juego hasta la competición final entre agentes. En la sección 4, se analizan los resultados de la evaluación cuantitativa y cualitativa de la experiencia, para valorar su impacto en la motivación y aprendizaje de los estudiantes y proponer recomendaciones para futuros desarrollos. Finalmente, en la sección 5 se detallan las conclusiones principales y los posibles trabajos futuros.

2. PLATAFORMA DE SIMULACIÓN

Catán es un popular juego de mesa estratégico en el que los jugadores asumen el papel de colonos que exploran y desarrollan una isla ficticia mediante la recolección y el intercambio de recursos como madera, ladrillo, trigo, ovejas y piedra. El objetivo principal es alcanzar un número determinado de puntos de victoria construyendo caminos, poblados y ciudades, y negociando con otros jugadores. Esta dinámica fomenta la toma de decisiones, la planificación a medio y largo plazo y, especialmente, la negociación entre participantes, lo que convierte al juego en un entorno ideal para trabajar conceptos de relacionados con agentes autónomos y estrategias de decisión.

La arquitectura general de la plataforma de simulación está compuesta por dos componentes principales: el entorno de simulación y el visualizador (Figura 1). Esta división permite la ejecución de múltiples partidas, algo útil para entrenar modelos de aprendizaje.

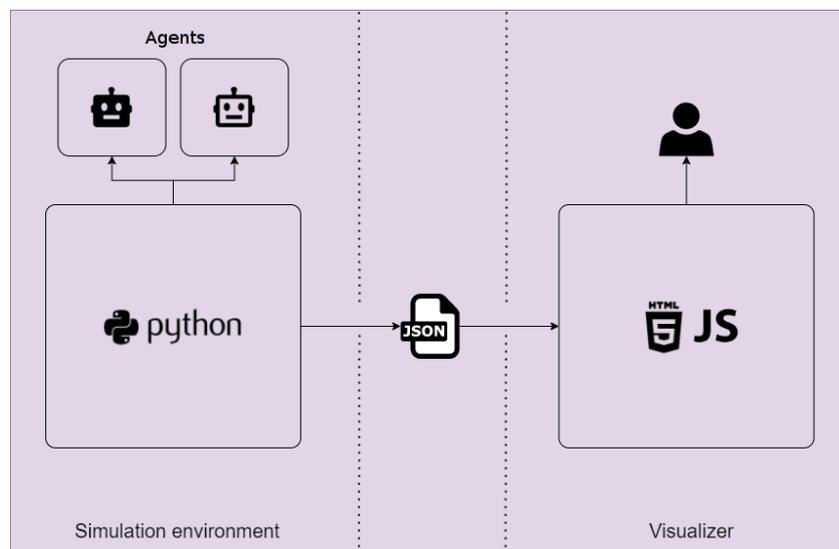


Figura 1: Plataforma de simulación

La partida se desarrolla dentro del entorno de simulación, mientras que el visualizador se encarga de mostrar el resultado del juego. Durante el proceso de visualización, es posible analizar cada paso y movimiento realizado en cada ronda, cargando un archivo

JSON en el visualizador. La ventaja de exportar la traza de ejecución de una partida en JSON radica en que esta información puede ser utilizada para el aprendizaje interno de un bot sin necesidad de emplear el visualizador.

Por un lado, el visualizador representa el componente de frontend del entorno virtual y tiene como objetivo mostrar toda la información relevante de cada ronda de forma sencilla. El diseño permite visualizar tanto la información del mapa como de los jugadores y las acciones que ocurren en cada ronda. El diseño del mapa sigue la clásica forma hexagonal de Catán, permitiendo visualizar ciudades y caminos. Además, en la parte inferior se incluye un menú para seleccionar la ronda a visualizar (Figura 2).

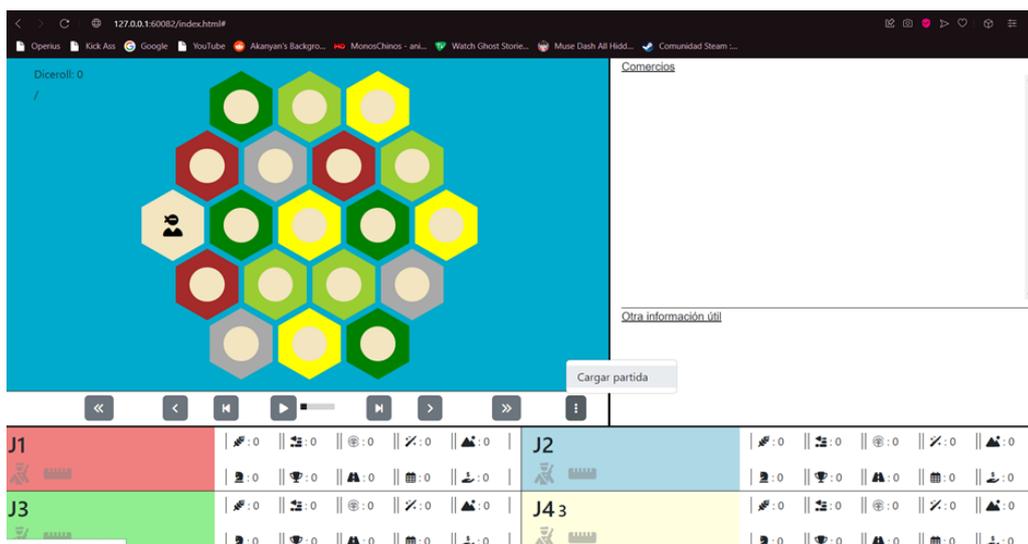


Figura 2: Visualizador

Por otro lado, el entorno de simulación actúa como el componente de backend, y su responsabilidad es ejecutar cada ronda del juego. Cada partida consiste en un bucle de rondas donde los turnos rotan entre los cuatro jugadores. Esto implica que cada partida puede estar compuesta por un número indeterminado de rondas, aunque todas comparten una estructura similar en cuanto a posibilidades de ejecución. La estructura de cada turno se divide en cuatro fases:

- **Fase inicial o de producción:** Se lanzan los dados y se asignan materiales.
- **Fase de comercio:** Los jugadores pueden proponer intercambios de materiales.
- **Fase de construcción:** Los materiales obtenidos se utilizan para construir.
- **Fase final:** Se cuenta el puntaje y, de cumplirse las condiciones necesarias, se entregan cartas de condición especial. Si algún jugador alcanza 10 puntos de victoria, el juego finaliza.

2.1. Implementación de los agentes

La programación de agentes en el simulador permite a los estudiantes desarrollar algoritmos que doten de cierta autonomía y lógica a los agentes que participan en la partida. La arquitectura de estos agentes está basada en un conjunto de triggers o disparadores que permiten definir cómo deberían reaccionar ante distintas situaciones del

juego. Cada trigger corresponde a un momento específico, como el inicio del turno, la fase de comercio, o la construcción de estructuras. Al programar estos triggers, los estudiantes pueden determinar la conducta del agente en cada fase, logrando que tome decisiones de acuerdo con el estado actual del juego y los recursos disponibles.

Este enfoque es especialmente útil para aplicar conceptos avanzados como la negociación, donde los alumnos pueden programar estrategias de intercambio con otros jugadores. También permite desarrollar tácticas de bloqueo de expansión, donde el agente puede priorizar la construcción de caminos en áreas que obstaculicen el crecimiento de otros jugadores. Al implementar estas funcionalidades, los estudiantes aprenden no solo sobre la programación de IA, sino también sobre la toma de decisiones estratégicas y la optimización de recursos en un contexto competitivo.

3. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

Utilizando la plataforma de simulación descrita anteriormente, se llevó a cabo una experiencia en la asignatura "Inteligencia Artificial" del Grado en Tecnologías Interactivas de la Escola Politècnica Superior de Gandia. Esta experiencia, que se dividió en 3 fases, se diseñó con el objetivo de sumergir a los estudiantes en la dinámica de toma de decisiones estratégicas dentro del juego, y de esta forma permitirles aplicar conceptos de lógica y razonamiento automatizado en un entorno práctico.

3.1. Fase 1: Introducción al juego

Inicialmente, los estudiantes participaron en una sesión presencial, donde se les agrupó en equipos de tres o cuatro y se les proveyó de un tablero físico de *Catán* (Figura 3). La mayoría de los estudiantes no estaban familiarizados con el juego, ya que menos de un 10 % de la clase tenía experiencia previa. Por ello, antes de comenzar la partida, se realizó una breve explicación de las reglas y la estructura del juego, destacando los elementos de toma de decisiones involucrados en cada turno.



Figura 3: Sesión de introducción al juego con tablero físico

Fue clave para la comprensión de la práctica que los estudiantes se familiarizaran con las estrategias y los efectos de sus decisiones, ya que tendrían que reflejar esta lógica en los agentes que desarrollarían posteriormente.

3.2. Fase 2: Implementación de los agentes

Tras la introducción práctica, los estudiantes comenzaron la fase de desarrollo de agentes, trabajando de manera individual o en parejas. En este sentido, debían implementar un agente capaz de jugar a *Catán*, tomando decisiones estratégicas durante la partida en un entorno de simulación. Los estudiantes tuvieron libertad para desarrollar la lógica y las estrategias del agente, eligiendo cómo debía comportarse en situaciones clave: desde la gestión de recursos y el comercio con otros jugadores, hasta la construcción de infraestructuras y la obtención de puntos de victoria.

Aunque en esta asignatura los estudiantes suelen explorar técnicas más avanzadas de IA (como Machine Learning o modelos de optimización), en este caso, el enfoque fue diferente. La práctica no exigía la aplicación de estos métodos, sino el desarrollo de una lógica de toma de decisiones secuencial. Esta experiencia les permitió profundizar en la programación de agentes reactivos capaces de ejecutar decisiones en función del estado del juego y de los objetivos a corto y largo plazo. En este sentido, cada agente evaluaba activamente su situación y aplicaba una lógica para alcanzar una meta.

3.3. Fase 3: Competición

La experiencia culminó en una competición entre todos los agentes programados. En esta fase final, los agentes creados por los estudiantes se enfrentaron en partidas controladas en el simulador, compitiendo entre sí para maximizar su puntuación y alcanzar la victoria. Se organizaron cuatro partidas preliminares, cada una con cuatro agentes, donde el ganador de cada una de estas partidas avanzó a la “final four”. En esta partida final, los cuatro agentes ganadores de las partidas previas competían nuevamente.

El formato del torneo sirvió como una motivación adicional para que los estudiantes optimizaran sus estrategias y desarrollaran agentes lo más competitivos posible, promoviendo además una sana rivalidad entre compañeros, lo que hizo la experiencia aún más atractiva. A lo largo de esta práctica, los estudiantes pudieron comprender la relevancia de una toma de decisiones bien estructurada y observar en tiempo real cómo la lógica de su agente impactaba en el juego, lo cual resultó en una experiencia valiosa de aprendizaje.

4. EVALUACIÓN

Una vez finalizada la experiencia, se llevaron a cabo dos tipos de pruebas complementarias para obtener una visión integral sobre la motivación de los estudiantes durante la actividad. En primer lugar, se utilizó un cuestionario diseñado para validar cuantitativamente la motivación de los alumnos. Este enfoque nos permitió recopilar datos precisos sobre los niveles de motivación intrínseca, regulación identificada, regulación externa y amotivación. En segundo lugar, se realizó un focus group con los estudiantes, facilitando una validación cualitativa que permitió profundizar en sus

experiencias, percepciones y sentimientos respecto a la actividad. Esta combinación de métodos cuantitativos y cualitativos nos proporciona una comprensión más completa de los factores que influyen en la motivación de los estudiantes y en su compromiso con el aprendizaje en el contexto de esta práctica educativa.

4.1. Evaluación cuantitativa

Para evaluar la motivación situacional de los estudiantes durante la actividad de *Catán*, se utilizó un cuestionario diseñado específicamente para medir diferentes tipos de motivación, de acuerdo con la teoría de la autodeterminación [13]. Esta teoría determina que la motivación humana varía en función de su nivel de autodeterminación. Según esta teoría, existen cuatro categorías principales de motivación: motivación intrínseca, regulación identificada, regulación externa y amotivación. La **motivación intrínseca** se refiere a realizar actividades por el placer y la satisfacción que generan en sí mismas. La **regulación identificada** implica llevar a cabo acciones que, aunque no sean inherentemente placenteras, son valoradas y consideradas importantes por el individuo. Por otro lado, la **regulación externa** se basa en la búsqueda de recompensas o en evitar consecuencias negativas, lo que implica un comportamiento más obligado que autónomo. Finalmente, la **amotivación** se caracteriza por la falta de motivación y propósito, donde los individuos no ven conexión entre sus acciones y los resultados, lo que a menudo lleva a sentimientos de incompetencia y desinterés.

El cuestionario utilizado [14] es una versión al castellano de la propuesta de Guay et al. [15]. La validez de esta herramienta ha sido respaldada por investigaciones previas que demuestran su capacidad para capturar las dimensiones de la motivación en diversas actividades y contextos [16]. Al aplicar este cuestionario en el marco de nuestra práctica educativa, se buscó no solo obtener una comprensión más profunda de cómo los estudiantes se sienten respecto a su participación en el juego, sino también identificar los factores que pueden influir en su compromiso y satisfacción.

En la Tabla 1 se muestran los resultados descriptivos de las respuestas del cuestionario (media, desviación típica, asimetría y curtosis). En preguntas como la 3, 7 y 15, se observan medias altas (por encima de 5), lo que indica una clara tendencia al acuerdo. Estas preguntas están relacionadas con la regulación externa como factor clave de motivación. En cambio, hay otras como la 4, 8, 12 y 16 que tienen unas medias muy bajas (entre 2.2 y 2.9), lo que indica una tendencia hacia el desacuerdo. Estas opciones están asociadas a la amotivación.

A nivel general, los resultados sugieren una tendencia general hacia la motivación intrínseca (4.15) y la regulación identificada (4.77), lo que implica que los estudiantes no solo participan en la actividad por obligación o recompensas externas, sino que también encuentran valor y significado en el proceso de aprendizaje. Sin embargo, la notable media de la regulación externa (5.21) indica que todavía hay una influencia significativa de factores externos en su motivación. La baja puntuación en amotivación (2.42) refuerza la idea de que los estudiantes se sienten en general comprometidos y motivados por la actividad propuesta, lo cual es un buen indicador del diseño e implementación de la experiencia. Estos hallazgos son relevantes para entender la dinámica motivacional

dentro del aula y pueden guiar futuras intervenciones para potenciar la motivación intrínseca y la regulación identificada en los estudiantes.

Tabla 1: Resultados de las encuestas

Pregunta	Media	Desviación típica	Asimetría	Curtosis
1	4.867	1.717	-0.331	-0.867
2	5.367	1.771	-0.875	-0.273
3	5.833	1.533	-1.526	1.733
4	2.300	1.579	1.311	1.288
5	3.900	1.807	0.223	-1.045
6	4.633	1.450	-0.097	-0.168
7	5.333	1.936	-1.034	-0.195
8	2.900	1.689	0.509	-0.535
9	4.000	1.912	0.120	-1.115
10	4.833	2.135	-0.623	-0.967
11	4.533	2.145	-0.249	-1.240
12	2.200	1.562	1.483	1.799
13	3.833	1.859	0.411	-0.983
14	4.233	1.736	0.037	-0.991
15	5.133	2.047	-0.674	-0.843
16	2.267	1.413	0.786	-0.601

4.2. Evaluación cualitativa

A parte del análisis cuantitativo, también se realizó un focus group con los estudiantes con varias preguntas relacionadas con la experiencia y su motivación. A nivel general, ha resultado ser una experiencia altamente valorada por los estudiantes, quienes han destacado la combinación de la teoría con la práctica y la aplicación de conceptos técnicos en un entorno lúdico. Esta actividad no solo ha fomentado la adquisición de habilidades técnicas en programación e IA, sino que también les ha permitido colaborar e interactuar entre ellos, creando un ambiente de aprendizaje dinámico y enriquecedor.

Los alumnos han expresado que esta práctica es una de las más satisfactorias que han realizado. Un estudiante resumió el sentimiento general al afirmar: *“Es la práctica que más me ha gustado de todas las que hemos hecho”*, lo que subraya el impacto positivo que tuvo esta experiencia en su motivación y aprendizaje. Este entusiasmo se puede atribuir en gran medida a la naturaleza competitiva del proyecto. La posibilidad de competir, no solo contra el sistema, sino también entre compañeros, generó un ambiente de compañerismo y desafío. Un alumno comentó: *“Me gustó el hecho de hacer un agente*

que intenta ganarle a los agentes random y después, a otros compañeros”, destacando cómo el hecho de batir a otros agentes enriqueció la experiencia.

Sin embargo, la evaluación también reveló áreas donde la práctica podría mejorarse. Uno de los aspectos más mencionados fue la gestión del tiempo y la organización de las tareas. Los estudiantes sugirieron que una planificación más estructurada, con fechas intermedias para las entregas, podría ayudar a evitar la acumulación de trabajo en el último momento. *“A lo mejor, si se fraccionaran las tareas y hubiera fechas intermedias, no dejaríamos todo para el final”*, indicó un alumno, reflejando una preocupación común sobre la carga de trabajo. Este deseo de una mayor organización destaca la necesidad de proporcionar a los estudiantes herramientas y marcos de trabajo que les permitan gestionar sus proyectos de manera más efectiva y reflexiva.

La interfaz y el diseño del software utilizado también fueron puntos de crítica. Muchos estudiantes expresaron su frustración con la falta de claridad en la navegación y en la comprensión de la información presentada. Un participante mencionó: *“Es complicado saber de dónde tienes que sacar cada cosa... necesitas un agente ya hecho”*, enfatizando cómo la dificultad técnica puede obstaculizar el aprendizaje efectivo. Este comentario sugiere que un soporte técnico más robusto y documentación clara podrían facilitar la experiencia de aprendizaje, permitiendo a los estudiantes centrarse en la programación y la implementación de sus ideas en lugar de perder tiempo tratando de descifrar el sistema.

Además, la inclusión de sesiones prácticas adicionales fue una sugerencia recurrente entre los estudiantes. La idea de organizar un mini torneo o una serie de sesiones de práctica para probar y afinar sus agentes fue muy bien recibida. *“Podríamos haber tenido una segunda sesión para hacer esa toma de contacto de Catán”*, expresó un alumno, lo que pone de relieve la importancia de contar con oportunidades para experimentar y practicar antes de la entrega final. Estas sesiones podrían ofrecer un espacio para la reflexión y el aprendizaje práctico, permitiendo a los estudiantes aplicar lo que han aprendido en un entorno más flexible y menos presionado.

Un aspecto particularmente destacado fue la experiencia de jugar al Catán en su versión física antes de abordar la programación. Los estudiantes valoraron esta actividad como una forma efectiva de entender mejor las dinámicas del juego, que luego se tradujeron en una implementación más precisa en su código. *“Yo creo que fue uno de los mejores días que he tenido en esta carrera, y me lo pasé bien”*, afirmaron varios alumnos, subrayando la importancia de la experiencia tangible como preludio a la abstracción de la programación.

Finalmente, los alumnos hicieron hincapié en la necesidad de un enfoque más continuo y gradual durante todo el proceso. En lugar de tener un único día para jugar y otro para entregar, sugirieron que debería haber un flujo de trabajo más fluido que permita revisar y mejorar el código de manera continua. *“Mejor que no sea tal día jugamos y tal día lo entregamos, sino que haya un poco de continuidad”*, propusieron, lo que sugiere que un enfoque más iterativo podría enriquecer el proceso de aprendizaje.

5. CONCLUSIONES

La experiencia propuesta en este artículo se enmarca en un contexto de innovación educativa que combina el aprendizaje basado en juegos, las plataformas de simulación y la IA. El uso de la plataforma de simulación basada en *Catán* permite a los estudiantes experimentar y aplicar conceptos teóricos en situaciones prácticas y controladas, lo cual potencia tanto el aprendizaje como la motivación. La aplicación de esta plataforma en un entorno real ha permitido validar el uso de la misma. Inicialmente, los estudiantes se familiarizaron con las reglas y la estrategia del juego en su versión física, lo que les ayudó a entender sus dinámicas. A continuación, trabajaron en la programación de agentes capaces de competir en una simulación de *Catán*, aplicando lógica y toma de decisiones automatizada. Finalmente, los agentes desarrollados por los estudiantes participaron en una competición, que sirvió para evaluar el rendimiento y la estrategia de cada uno en un torneo controlado. Esta estructura buscó proporcionar una experiencia de aprendizaje práctica y motivadora, permitiendo a los estudiantes explorar y afinar sus habilidades en IA en un entorno competitivo y colaborativo.

Las conclusiones principales de la evaluación destacan varios aspectos clave sobre el impacto de la actividad en la motivación y el aprendizaje de los estudiantes. En primer lugar, los resultados del cuestionario cuantitativo sugieren una tendencia significativa hacia la motivación intrínseca y la regulación identificada, lo cual indica que los estudiantes participaron en la actividad no solo por obligación, sino también por encontrar valor en el proceso de aprendizaje. Este hallazgo se refuerza con el bajo nivel de amotivación registrado, que sugiere un alto grado de compromiso con la práctica.

La evaluación cualitativa, a través de un focus group, reveló que los estudiantes valoraron especialmente la integración de teoría y práctica mediante un enfoque lúdico, lo que favoreció tanto la adquisición de habilidades técnicas como el desarrollo de habilidades interpersonales. Los participantes expresaron un alto grado de satisfacción, y varios señalaron que esta actividad fue una de las experiencias de aprendizaje más gratificantes en su trayectoria educativa. Sin embargo, la evaluación también identificó áreas de mejora, como la necesidad de una mayor organización y segmentación de las tareas y la provisión de soporte técnico adicional para facilitar el uso de la plataforma.

Consideramos que los hallazgos de la evaluación sugieren que la actividad fue efectiva para fomentar la motivación y el aprendizaje práctico de los estudiantes en IA, destacando el valor del aprendizaje basado en juegos en el contexto educativo. Estos resultados permiten no solo confirmar el éxito de la actividad, sino también identificar oportunidades para mejorar la estructura y el soporte de futuras implementaciones. Como líneas de trabajo futuro, pretendemos probar la plataforma en otros contextos donde puedan desarrollar técnicas más avanzadas de IA, midiendo la capacidad de la plataforma para fomentar no solo la motivación, sino el aprendizaje de conceptos y habilidades relacionadas con la IA.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido financiado por el Proyecto de Innovación y Mejora Educativa (PIME) 1951 de la convocatoria 2023.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Tegmark, M. (2017). Being human in the age of artificial intelligence. *Alfred A Knoph, NY*.
- [2] Popenici, S. A., & Kerr, S. (2017). Exploring the impact of artificial intelligence on teaching and learning in higher education. *Research and Practice in Technology Enhanced Learning, 12*(1), 1-13.
- [3] Dai, C. P., & Ke, F. (2022). Educational applications of artificial intelligence in simulation-based learning: A systematic mapping review. *Computers and Education: Artificial Intelligence, 100087*.
- [4] Hindriks, K., Jonker, C. M., Kraus, S., Lin, R., & Tykhonov, D. (2009, May). Genius: negotiation environment for heterogeneous agents. In *Proceedings of the 8th International Conference on Autonomous Agents and Multiagent Systems-Volume 2* (pp. 1397-1398).
- [5] Fabregues, A., & Sierra, C. (2011). Dipgame: a challenging negotiation testbed. *Engineering Applications of Artificial Intelligence, 24*(7), 1137-1146.
- [6] Nakamura, N., Inaba, M., Takahashi, K., Toriumi, F., Osawa, H., Katagami, D., & Shinoda, K. (2016, December). Constructing a human-like agent for the werewolf game using a psychological model based multiple perspectives. In *2016 IEEE Symposium Series on Computational Intelligence (SSCI)* (pp. 1-8). IEEE.
- [7] Bartel, A., & Hagel, G. (2014, April). Engaging students with a mobile game-based learning system in university education. In *2014 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON)* (pp. 957-960). IEEE.
- [8] Cózar-Gutiérrez, R., & Sáez-López, J. M. (2016). Game-based learning and gamification in initial teacher training in the social sciences: an experiment with MinecraftEdu. *International Journal of Educational Technology in Higher Education, 13*(1), 1-11.
- [9] Huang, Y. L., Chang, D. F., & Wu, B. (2017). Mobile game-based learning with a Mobile app: Motivational effects and learning performance. *Journal of Advanced Computational Intelligence and Intelligent Informatics, 21*(6), 963-970.
- [10] Sardone, N. B., & Devlin-Scherer, R. (2016). Let the (board) games begin: Creative ways to enhance teaching and learning. *The Clearing House: A Journal of Educational Strategies, Issues and Ideas, 89*(6), 215-222.
- [11] Heras, A., Alberola, J. M., Sánchez-Anguix, V., Julián, V., & Botti, V. (2023, August). A Simulation Platform for Testing Negotiation Strategies and Artificial Intelligence in Higher Education Courses. In *Computational Intelligence in Security for Information Systems Conference* (pp. 248-257). Cham: Springer Nature Switzerland.

- [12] Heras, A., Sánchez-Anguix, V., Alberola Oltra, J. M., & Pérez Pascual, M. (2023). A board game-based virtual environment for intelligent bots programming. *INTED2023 Proceedings*, 1-7.
- [13] Ryan, R., & Deci, E. L. (2000). La Teoría de la Autodeterminación y la Facilitación de la Motivación Intrínseca, el Desarrollo Social, y el Bienestar. *American psychologist*, 55(1), 68-78.
- [14] Martín-Albo, J., Núñez, J. L., & Navarro, J. G. (2009). Validation of the Spanish version of the Situational Motivation Scale (EMSÍ) in the educational context. *The Spanish journal of psychology*, 12(2), 799-807.
- [15] Guay, F., Vallerand, R. J., & Blanchard, C. (2000). On the assessment of situational intrinsic and extrinsic motivation: The Situational Motivation Scale (SIMS). *Motivation and emotion*, 24, 175-213.
- [16] Albor-Chadid, L. I., & Rodríguez-Burgos, K. (2022). Estudios aplicados de la teoría de la autodeterminación en estudiantes y profesores, y sus implicaciones en la motivación, el bienestar psicosocial y subjetivo. *Revista eleuthera*, 24(1), 56-85.

Aplicación de la IA y simulación de entornos sanitarios en las prácticas de Bioquímica del grado de Medicina. Propuesta de innovación docente

Gema Hurtado-Genovés^{1,2}

¹Departamento de Bioquímica y Biología Molecular, Facultad de Medicina y Odontología, Universidad de Valencia gehurge@alumni.uv.es

²Instituto de Investigación Sanitaria INCLIVA, Valencia, gehurge@alumni.uv.es

RESUMEN

Este proyecto propone una innovación educativa para las prácticas de Bioquímica en el primer curso del grado de Medicina de la Universidad de Valencia, introduciendo el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) junto con herramientas de simulación de entornos clínicos e inteligencia artificial. La idea es mejorar tres prácticas clave para que los estudiantes se acerquen a un entorno clínico real, simulando situaciones previas al diagnóstico médico. Con ello se pretende no solo hacer más interesante y aplicable la asignatura, sino también fomentar una participación activa y autonomía en el aprendizaje.

Al modificar estas prácticas, se espera ayudar a los estudiantes a desarrollar habilidades técnicas, analíticas y de toma de decisiones, esenciales en su formación médica. Además, esta propuesta puede funcionar como una prueba piloto para medir cómo este enfoque influye en las competencias y el interés de los estudiantes en Bioquímica y su posible aplicabilidad a otras asignaturas.

1. INTRODUCCIÓN

La formación en Bioquímica y Biología Molecular en el grado de Medicina es fundamental para que los estudiantes entiendan los mecanismos biológicos y celulares implicados en las diferentes patologías y comprendan la base molecular de los tratamientos existentes para las mismas. Prueba de esto es el hecho de que la Comisión de Acreditación de la ANECA ha incluido esta asignatura en su última evaluación para la obtención del Sello Internacional de Calidad del grado de Medicina de la Universidad de Valencia [1]. Se trata de una disciplina que exige no solo conocimientos teóricos, sino también habilidades prácticas que permitan a los estudiantes relacionar conceptos básicos con técnicas de laboratorio aplicadas en el diagnóstico y tratamiento de enfermedades. Sin embargo, los métodos tradicionales de enseñanza, basados en la repetición de protocolos, suelen carecer de un enfoque contextualizado que vincule estas prácticas con escenarios clínicos reales. Como consecuencia, la implicación del estudiantado en la asignatura de Bioquímica es considerado bajo por los docentes de la misma [2,3], puesto que además la mayoría de los mismos no son médicos de formación [4] y por tanto despiertan menor interés en el alumnado (figura 1).

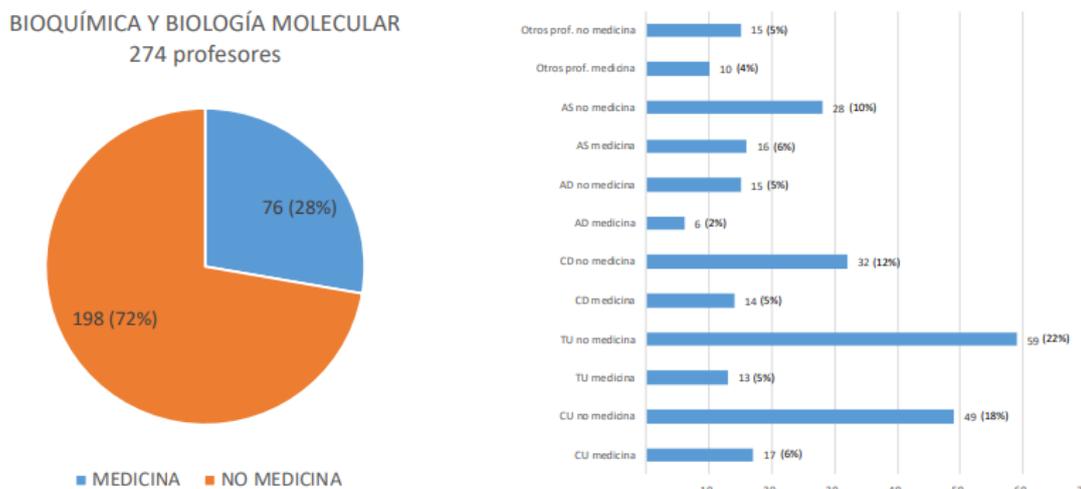


Figura 1. Profesorado médico y no médico en cada área de conocimiento y figuras docentes que desempeñan (número y porcentaje). Datos referidos a Catedrático Universidad (CU), Titular Universidad (TU), Contratado Doctor (CU), Ayudante Doctor (AD), Asociado (AS) y otras figuras de profesorado. Imagen extraída del informe de la Conferencia Nacional de Decanos de Facultades de Medicina [4].

En este contexto, el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) surge como una metodología activa que promueve la participación central de los estudiantes en su propio aprendizaje [5,6]. En el caso de las prácticas en Bioquímica, se propone como proyecto una simulación de una situación clínica: identificar la mutación genética presente en el ADN de las células cancerosas de un paciente con cáncer de hígado para poder cribar en la clínica el tratamiento más adecuado para el mismo. Dicha situación se abordará a lo largo de tres prácticas de laboratorio de dos horas de duración cada una, y que serán realizadas durante tres semanas consecutivas.

Por otra parte, la inteligencia artificial (IA) ofrece herramientas de análisis que pueden integrarse en estas prácticas, facilitando el procesamiento de datos, la interpretación de resultados y la repetición de las prácticas tantas veces como sea necesario para la total comprensión por parte de los estudiantes. La combinación de ABP e IA permite crear entornos simulados que replican desafíos clínicos, proporcionando a los estudiantes una experiencia de aprendizaje aplicada.

En definitiva, este trabajo propone la modificación de tres prácticas del laboratorio de Bioquímica para incorporar un enfoque de ABP e IA, simulando contextos de análisis y diagnósticos clínicos, que afectan directamente al paciente. El objetivo es optimizar el aprendizaje práctico en el ámbito clínico y el interés del alumnado de Medicina por la asignatura de Bioquímica y Biología Molecular.

2. PRÁCTICAS VIGENTES vs MEJORAS PROPUESTAS

Para la innovación docente propuesta, se seleccionaron tres prácticas del cuadernillo de Bioquímica y Biología Molecular del grado de Medicina, con el objetivo de modificar cada una en base a los principios de ABP e IA.

- **PRÁCTICA 1: INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO BIOMÉDICO**

1. **Objetivo de la práctica:** familiarizarse con el material de laboratorio y determinar el error experimental cometido.
2. **Metodología actual:** medición de volúmenes de agua con micropipetas y cálculo de errores y otras variables estadísticas con calculadora para comprender el error humano y el experimental.
3. **Propuesta:** medición de la solución de extracción de ADN a utilizar por ellos mismos en la práctica 2 y preparación de todos los reactivos que necesitarán en la misma.

- **PRÁCTICA 2: PURIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE ADN GENÓMICO DE CÉLULAS “CANCEROSAS” HEPÁTICAS**

1. **Objetivo de la práctica:** a partir de una muestra tisular o biopsia, aprender el protocolo de disgregación del tejido, ruptura de las células, extracción del ADN y purificación de este (eliminación de contaminantes).
2. **Metodología actual:** extracción de ADN de una muestra de hígado de rata y cuantificación de la concentración y pureza de este. Todos los reactivos utilizados son preparados por docentes y técnicos del departamento.
3. **Propuesta:** utilización de reactivos preparados por los propios estudiantes en la práctica 1 la semana previa a la presente práctica. Además, se procederá a la presentación del caso clínico del paciente (cáncer de hígado) y de la importancia de examinar la presencia de mutaciones genética en el ADN del mismo.

- **PRÁCTICA 3: ANÁLISIS DE ADN MEDIANTE ELECTROFORESIS Y MAPEO DE RESTRICCIÓN**

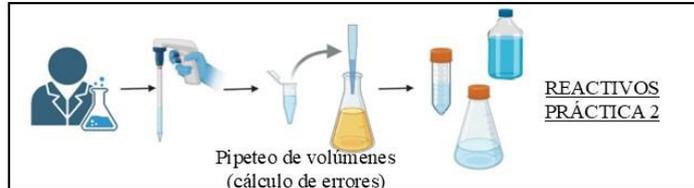
1. **Objetivo de la práctica:** comprender y llevar a cabo un análisis de fragmentos de ADN por electroforesis. Interpretar dicho análisis para realizar un diagnóstico genético.

2. **Metodología actual:** procesamiento de ADN vírico (sin relación con la práctica 2) con enzimas de restricción que producen cortes en el ADN originando fragmentos. Visualización y análisis de los fragmentos obtenidos por electroforesis.
3. **Propuesta:** utilización de ADN humano (supuestamente de células tumorales hepáticas) en lugar de vírico, y aplicación del procesamiento y análisis de dicho ADN en la realización de un diagnóstico genético.

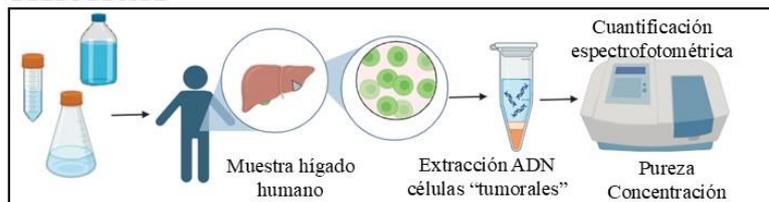
3. METODOLOGÍA

Como se ha mencionado en la sección 2, el ABP de esta propuesta docente consta de una simulación de una situación clínica en la que se debe identificar la/s mutación/es genética/s presente en una biopsia de cáncer hepática humano para poder seleccionar con base molecular el tratamiento más eficaz y adecuado para el paciente oncológico (figura 2). Esto es posible porque en caso de existir una mutación, cambiaría la secuencia de nucleótidos presentes en el ADN y con ello las enzimas que cortan dicho ADN dejarían de reconocer un sitio de corte, o reconocerían un sitio antes no reconocido, y por ello cambiaría el número de fragmentos de ADN obtenido tras el procesamiento enzimático del mismo.

PRÁCTICA 1



PRÁCTICA 2



PRÁCTICA 3

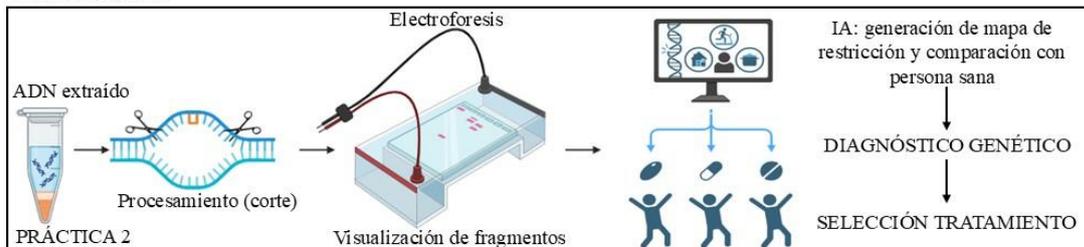


Figura 2. Representación esquemática del desarrollo de las tres prácticas. Elaboración propia a través de BioRender.

Por otra parte, la integración de la IA se realizará a través de diferentes herramientas, especialmente en las prácticas 2 y 3. Se propondrá el uso de *Bufferfish*; *IOCBIO* y/o *GelGenie* [7,8] para el análisis de la imagen de electroforesis de fragmentos de ADN. Por otra parte, todas las prácticas podrán ser “repetidas” por los alumnos desde sus propios ordenadores portátiles a través de la IA de Labster, que permite generar laboratorios virtuales [9].

- **PRÁCTICA 1: INTRODUCCIÓN AL LABORATORIO BIOMÉDICO**

Los estudiantes trabajarán en grupos de 2-3 personas para desarrollar un proyecto en el que prepararán el tampón de extracción de ADN y los demás reactivos que necesitarán en las sucesivas prácticas. Se realizarán mediciones precisas de volúmenes con micropipetas y se evaluarán los errores en el proceso.

- **PRÁCTICA 2: PURIFICACIÓN Y CUANTIFICACIÓN DE DNA GENÓMICO**

Los estudiantes realizarán el análisis de una muestra hepática simulada “tumoral” (en realidad sana) en un contexto clínico, diseñando un protocolo de extracción de ADN y evaluando la precisión en la pureza y concentración de la muestra extraída. La cantidad y riqueza del material genético se medirá por espectrofotometría.

Este enfoque aplicado fomenta la comprensión de cada paso del protocolo en función de su impacto en el diagnóstico, puesto que además las disoluciones a utilizar en cada paso habrán sido preparadas por los propios alumnos y alumnas en la práctica anterior.

- **PRÁCTICA 3: ELECTROFORESIS PARA EL ANÁLISIS DE RESTRICCIÓN DE ADN**

Esta práctica se centrará en un supuesto clínico de detección de mutaciones genéticas en el ADN extraído en la práctica 2, donde los estudiantes deberán realizar el mapeo de restricción del ADN de la muestra para identificar una posible alteración genética. Esto les permite aplicar el análisis de bandas en gel de agarosa en un contexto que simula una prueba diagnóstica y a su vez asistencial, pues permite seleccionar el tratamiento con mayor eficacia prevista para las características genéticas del tumor.

En esta práctica es especialmente importante el uso de la IA, puesto que el *software* analizará automáticamente las imágenes de los geles de electroforesis, identificando y cuantificando las bandas correspondientes a los diferentes fragmentos de ADN obtenidos. Esto facilitará la comparación de los resultados con los patrones de peso molecular (segmentos de ADN de tamaño conocido) y permitirá a los estudiantes generar un mapa de restricción digital. Una vez generado este mapa (número y tamaño de los fragmentos de ADN obtenidos tras su procesamiento), se procederá a comparar el mismo con el generado por una persona sana, para así identificar las mutaciones genéticas presentes en

la biopsia hepática “tumoral”. De esta manera, se finalizará con la simulación diagnóstica y se discutirá por grupos la mejor vía terapéutica a prescribir, comprendiendo la base molecular existente detrás de la elección de los tratamientos por parte del equipo médico.

Estas modificaciones alinean las prácticas con contextos del entorno hospitalario, promoviendo un mayor interés por la asignatura de Bioquímica al comprender el alumnado la aplicabilidad clínica directa de la misma.

4. POSIBLE PRUEBA PILOTO Y RESULTADOS ESPERADOS

Para evaluar la viabilidad de esta innovación, se propone la implementación de una prueba piloto con un grupo reducido de estudiantes que cursen la asignatura de Bioquímica y Biología Molecular. Por ejemplo, se podría realizar con el grupo de alumnos repetidores de la asignatura, para poder realizar un estudio comparativo.

- **Prueba Piloto**

- Selección de participantes: Se elegirán al menos 20 estudiantes de segundo/tercer curso del grado de Medicina, que estén repitiendo la asignatura de Bioquímica del primer curso.
- Implementación de prácticas modificadas: Los estudiantes realizarán las tres prácticas propuestas con la integración de ABP e IA.
- Evaluación: Al final de cada práctica, se solicitará a los estudiantes que completen un cuestionario de autoevaluación para medir su nivel de comprensión y su percepción de la utilidad de los cambios aplicados. También se les pedirá que valoren la aplicabilidad de los conocimientos adquiridos en teoría en contextos clínicos.

- **Resultados esperados**

- Comprensión y retención de contenidos: La integración de ABP mejorará la comprensión de los procedimientos al situar a los estudiantes en situaciones simuladas, mejorando así su interés por la biología molecular.
- Desarrollo de habilidades transversales: Los estudiantes mostrarán un aumento en la capacidad de trabajo en equipo, la toma de decisiones y la resolución de problemas en un entorno controlado, habilidades críticas para el entorno médico.
- Mejora en la precisión de resultados: Se espera que el uso de IA permita reducir los errores en el cálculo de concentración, pureza y tamaño de fragmentos, aumentando la precisión de los resultados en las tres prácticas.

5. CONCLUSIONES

La incorporación de herramientas de IA y de simulación mediante ABP en las prácticas de Bioquímica y Biología Molecular en el grado de Medicina representa una innovación educativa que puede transformar significativamente el interés por la base molecular de las enfermedades y tratamientos existentes de los futuros médicos. Los cambios propuestos permiten un aprendizaje más contextualizado, proporcionando a los estudiantes una experiencia que combina la práctica con su aplicabilidad directa en el entorno sanitario.

La prueba piloto ayudará a validar la efectividad de estas metodologías en el desarrollo de competencias fundamentales en el ámbito de la bioquímica aplicada. Los resultados esperados sugieren que esta metodología innovadora no solo aumentará la precisión de los resultados en el laboratorio, sino que también contribuirá a la formación de estudiantes más preparados para enfrentarse a un entorno clínico que depende cada vez más de la del análisis masivo de datos moleculares y genéticos.

Por último, esta propuesta ofrece un modelo replicable para otras áreas de la enseñanza médica, fomentando una experiencia de aprendizaje que no solo promueve el dominio de los conocimientos técnicos, sino también contextualiza dichos conocimientos en las decisiones clínicas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), World Federation for Medical Education (WFME). Evaluación para la obtención del sello internacional de calidad (SIC). Informe final de la comisión de acreditación del sello. EXPEDIENTE N°. 2502256/Facultad de Medicina y Odontología, Universidad de Valencia (2024).
- [2] Afshar, M., & Han, Z. Teaching and Learning Medical Biochemistry: Perspectives from a Student and an Educator. *Medical Science Educator*, 24(3), 339-341 (2014). <https://doi.org/10.1007/s40670-014-0004-7>
- [3] Laxman S. Biochemical curiosities : Piquing students' interest in biochemistry by exploring evolution's pursuit of the improbable. *EMBO reports*, 25(10), 4100–4104 (2024) <https://doi.org/10.1038/s44319-024-00259-7>
- [4] Conferencia Nacional de Decanos de Facultades de Medicina. Profesorado médico y no médico en áreas de conocimiento básicas con docencia en el grado de Medicina (2021). <https://www.cndmedicina.com/documentos/>

- [5] Elkhamisy, F. A. A., Zidan, A. H., & Fathelbab, M. F. Using project-based learning to enhance curricular integration and relevance of basic medical sciences in pre-clerkship years. *Alexandria Journal of Medicine*, 58(1), 1–7. (2022) <https://doi.org/10.1080/20905068.2021.2009652>
- [6] Liao, SC., Lee, MR., Chen, YL. *et al.* Application of project-based service-learning courses in medical education: trials of curriculum designs during the pandemic. *BMC Med Educ* **23**, 696 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12909-023-04671-w>
- [7] Kütt, J., Margus, G., Kask, L., Rätsepso, T., Soodla, K., Bernasconi, R., Birkedal, R., Järv, P., Laasmaa, M., & Vendelin, M. Simple analysis of gel images with IOCBIO Gel. *BMC biology*, 21(1), 225 (2023). <https://doi.org/10.1186/s12915-023-01734-8>
- [8] Aquilina, M., Wu, N. J., Kwan, K., Bušić, F., Dodd, J., Nicolás-Sáenz, L., O’Callaghan, A., Bankhead, P., & Dunn, K. E. GelGenie: an AI-powered framework for gel electrophoresis image analysis. *bioRxiv* (2024). <https://doi.org/10.1101/2024.09.06.611479>
- [9] Labster | Virtual Labs for Universities and High Schools. <https://www.labster.com/>

¿Qué haremos los profesores cuando la IA imparta las clases?

Juan V. Oltra Gutiérrez¹, Juan Carlos Muria Tarazón²

¹Departamento de Organización de Empresas, Universitat Politècnica de València, jvoltra@omp.upv.es

² Departamento de Organización de Empresas, Universitat Politècnica de València,, jmuria@upvnet.upv.es

RESUMEN

En este trabajo exponemos el desarrollo de una experiencia docente, empleando la Inteligencia Artificial Generativa en una asignatura del Grado de Informática, impartido en la Escuela Técnica Superior de Informática de la Universitat Politècnica de València.

Describiremos los cambios introducidos tanto en teoría como en prácticas de la misma, precedidos de un breve porqué y sucedidos por unas concisas conclusiones.

Palabras clave: IA generativa, docencia, gamificación

1. INTRODUCCIÓN

A pesar de su relativa novedad como noticia para el gran público, la Inteligencia Artificial (en adelante IA) lleva un largo recorrido en absoluto desconocido para los docentes del ámbito de las tecnologías de la información.

Sin embargo, el impacto y la rápida extensión de su uso por parte, especialmente en el caso concreto que nos ocupa, del discente universitario parece haber pillado por sorpresa a buena parte de los docentes, a tenor de distintos estudios [1], [2], [3].

Obviamente la solución para evadir la sorpresa no puede pasar por adoptar la postura del avestruz, de igual manera que en una facultad de medicina no prohíben el uso de bisturís para evitar cortes accidentales entre su alumnado, sino, antes al contrario, utilizarla, aprovecharnos en realidad, de su masiva implantación.

El reto que tenemos por delante es construir una relación constructiva del profesor y del alumno con la inteligencia artificial en su incorporación al proceso de aprendizaje. Nuestra propuesta pasa por orientar esa relación constructiva hacia la capacidad de personalizar el aprendizaje y por la retroalimentación y orientación al alumno que puede realizar el profesor durante el empleo del alumno de la IA. De tal manera solucionamos la duda planteada en el título: no será la IA la que imparta las clases, sino que podemos hacerla colaborar con nosotros.

1.1 Punto de partida

Los participantes de la experiencia son, sin duda, los elementos que debemos considerar en relación a su gestión de las IA generativas. Tanto docentes como discentes serán los agentes en este proceso en concreto, si bien el acento en este caso particular, dadas las características de la experiencia, lo focalizaremos en estos últimos.

Es importante, así mismo, dar una ojeada al entorno, aun de forma amplia, donde se va a desarrollar. No solo en lo que respecta al centro donde transcurre, sino a la misma sociedad, lo que abarca incluso referenciar a nuestro nuevo Reglamento de IA [4] y elementos del contexto, en particular los socio-culturales, de relevancia [5]

Por dar en un par de apuntes rápidos una descripción de los personajes de la obra, y empezando por los discentes, es casi una obviedad indicar que los alumnos actuales no han integrado en su educación pre-universitaria la IA en sus procesos de trabajo en cursos anteriores, pues la explosión popular de la misma ha sido muy reciente, por lo tanto el desafío y los riesgos de un mal uso son aún más grandes, y al intentar comprobar si eso es así, nos damos cuenta de que efectivamente es nuestro escenario actual: hay muy pocas referencias de uso en etapas educativas anteriores y si ha habido uso de la IA ha sido en aplicaciones específicas para una materia concreta, algo que contrasta con una de las características de los sistemas de IA generativa, que es su interdisciplinariedad [6] [7]. Ante esta ausencia de experiencia cabe destacar una virtud: carecerán pues de ese cúmulo de vicios ocultos que genera el mal empleo continuado de una herramienta, algo que por desgracia puede no ser así en las próximas cohortes de discentes como puede observarse en la siguiente figura.

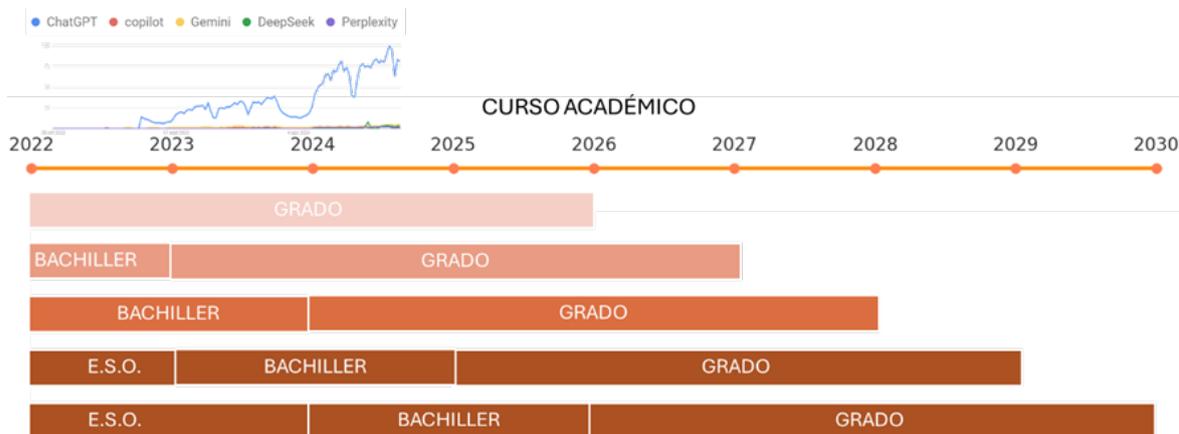


Imagen 1. Comparación de cohortes de nuevos estudiantes universitarios con la tendencia de búsqueda de chatbots de IA generativa en Google Trends (Fuente:elaboración propia).

Por lo que respecta a los docentes, el miedo puede ser el eje en torno al cual giran las preocupaciones: miedo a ser «engañados», miedo a equivocarse en el propio empleo de la IA, miedo... miedo que, como ya se reseñó en el trabajo de OLTRA [8], siempre ha estado aquí:

Es la sensación que parece anegar nuestra realidad. A finales del siglo XIX el psicólogo Granville Stanley Hall lo definió como la anticipación del dolor. Hall no pretendía erradicar el miedo, a pesar de ser el primer presidente de la Asociación Estadounidense de Psicología, pues lo consideraba necesario para el progreso humano [Peckman] [9].

(..) «Artificial intelligence panic is spreading across the education sector. The newest wave might be among the biggest and fastest transformations to hit academia»¹ [Mollick] [10]

Vemos como en reuniones informales, o formales como congresos y jornadas de investigación, y hasta en los medios de comunicación generalistas, se escuchan frases con ecos parecidos. No es una novedad, como nos recuerda [Cordón] [11]: lo vimos con el extenso uso de la Wikipedia o de los buscadores inteligentes, por ejemplo.

Otro miedo latente es el de ser sustituidos. Recordemos la noticia, aun saliendo de la pandemia, mientras las clases se realizaban mayoritariamente online, surgida cuando un alumno de la Universidad Concordia, de Montreal, Aaron Ansuini descubrió que su profesor, quien seguía dándole clases a través de videoconferencias y contestando sus dudas de forma virtual, François-Marc Gagnon, había fallecido dos años antes, en 2019². Y es que si nuestros propios vídeos pueden reemplazarnos ¡que no hará la IA!

No hay que olvidar el clásico miedo de los neoluditas, algo ya tratado de forma contundente por Pistono [5] pero, dada la tipología del discente que se enfrenta a este reto, puede ser el primero que descartemos. ¿O acaso un creador de máquinas teme a las máquinas?

Donde sí tenemos que fijar muy bien el límite es en el ámbito legal, en los límites que los docentes tenemos para su uso. Así, consideremos que el Reglamento de la UE sobre Inteligencia Artificial (IA) [4] clasifica el uso de IA según su riesgo. El caso de una IA generativa como ChatGPT en la docencia universitaria podría estar sujeta a las normativas de «riesgo limitado», que requieren transparencia. Esto significa que los usuarios deben ser informados cuando interactúan con una IA. Además, si la IA se usa para tareas como evaluación de estudiantes, podría estar bajo una categoría de mayor riesgo, lo que implicaría controles más estrictos para asegurar la fiabilidad, imparcialidad y seguridad.

Por otro lado, este mismo Reglamento indica en su considerando 56 que «El despliegue de sistemas de IA en el ámbito educativo es importante para fomentar una educación y formación digitales de alta calidad y para que todos los estudiantes y profesores puedan adquirir y compartir las capacidades y competencias digitales necesarias, incluidos la alfabetización mediática, y el pensamiento crítico, para participar activamente en la economía, la sociedad y los procesos democráticos.», por lo que no cabe duda de que tenemos que coger el testigo de preparar a los discentes para su trabajo con IA.

2. OBJETIVOS DE LA INNOVACIÓN

Hablábamos en el apartado anterior de miedo. Y ante el miedo solo caben dos posturas, escapar del mismo o ir de cara y atacarlo, opción que tomamos intentando poner de

¹ «El pánico a la Inteligencia Artificial (IA) se está extendiendo por el sector educativo. La última oleada podría ser una de las mayores y más rápidas transformaciones en el mundo académico»

² Noticia disponible en: <https://toronto.citynews.ca/2021/01/28/concordia-university-says-lectures-from-dead-professor-were-teaching-tool/> Consultada el 24 de octubre de 2024.

nuestro lado esa interacción emergente con la IA, de manera similar a lo que ya ha ocurrido en lustros anteriores con buscadores como la Web of Science o de forma más popular Google Scholar, donde alumnos y profesores buscan información para sus trabajos sin que esto suponga por defecto la existencia de plagios, de tal manera que también por ese medio se pueda pedir información e incluso artículos relacionados con el tema que están explorando utilizando *prompts* específicos. *Prompts* que habrá que ir puliendo dentro de eso que se ha dado en llamar la «ingeniería de *prompts*»

Consideremos que, asumiendo el empleo de la IA en la educación superior, en busca de evidencias de buenos resultados en metodologías activas de aprendizaje, encontraremos un amplio abanico de posibilidades, desde el aprendizaje cooperativo, el aprendizaje basado en proyectos o aprendizaje basado en problemas, entre otras metodologías, de forma que su empleo por el alumnado permite complementar al profesor en el proceso de aprendizaje.

1.1 Contextualización de la experiencia

La experiencia se desarrolla en la asignatura Deontología y Profesionalismo, del Grado de Ingeniería Informática. Para poder realizarlo de forma controlada, dado que la asignatura se imparte en segundo semestre excepto en un grupo que pertenece a la doble titulación de Informática y Administración de Empresas, impartido en el primer semestre, se ha empezado por él, de modo que, en caso de detectarse elementos perfectibles, puedan, con el grueso de los grupos en el segundo semestre, corregirse los problemas para reiniciarlo con la mayor parte de los alumnos y profesores inmersos en el juego.

Por más que sea evidente, no hay que olvidar que, siendo alumnos del grado de informática, más allá de una alfabetización digital, lo que poseen es una curiosidad innata por toda novedad TIC que asoma a la sociedad, lo que ahorra al docente tener que explicar qué es la IA generativa y su modo de empleo, en este caso concreto, el popular ChatGPT.

El diseño, como se verá en el apartado dedicado a la descripción del desarrollo, afecta mayoritariamente al apartado de prácticas y de forma más leve a las sesiones de teoría.

1.2. Justificación

La evaluación de la asignatura, en particular en el apartado de prácticas, no era sostenible tal y como se desarrollaba en los últimos años tras la irrupción de la IA generativa. El trabajo de localización de información en bases de datos y repositorios, así como la revisión de documentos y análisis casi mecánico de los mismos, podía ser resuelto sin práctica intervención humana mediante una breve consulta a la misma. Dado que era el camino que el alumnado parecía seguir, decidimos dejarnos llevar por la corriente e incidir en él, intentando que el agua de esa corriente pasara por nuestro molino.

Al incorporar a la IA como otro agente más en la relación del profesor/alumno, se nos permite abundar en el trabajo sobre el pensamiento crítico del alumno y concienciarlo de los riesgos que aparecen en esa interacción, lo que deviene en una gran oportunidad para enriquecer el aprendizaje y liberar tiempo al docente para ofrecer una atención más personalizada a sus alumnos.

3. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN

La asignatura, impartida en formato «*flip-teaching*» (docencia inversa) se descomponía en su evaluación en cuatro entregables (prácticas), cuatro casos de aula y un trabajo audiovisual (teoría). El cambio introducido afecta significativamente a las prácticas y, de modo menor, a la parte de teoría.

3.1. Prácticas

Las prácticas, por motivos mencionados *ut supra*, debían ser modificadas. Planificadas originalmente para que fueran un trabajo colaborativo en el que, durante el desarrollo de las sesiones, grupos de cuatro alumnos fueran realizando trabajos de búsqueda y/o análisis de documentos, con cuatro momentos de entrega del mismo y una pequeña coevaluación que permitía casi al final que evaluaran el trabajo de sus compañeros y así verse reflejados en espejo ajeno, se propuso mantener la estructura de entregas, pero variando el método de consecución de las mismas.

El propósito es que, sin perder el aprendizaje cooperativo y la tutoría inter pares que se desarrollaba en las mismas, enfocar el trabajo más tedioso de los desarrollos hacia la IA, de manera que es imprescindible el empleo de ChatGPT (al apoyarnos en el podemos incrementar ese trabajo que ha dejado de ser manual) para focalizarnos en el espíritu crítico que les permitirá no solo analizar resultados sino corregir su búsqueda. Por decirlo de una forma resumida: «emplea ChatGPT, pero además enséñame el *prompt* y tus cambios».

Trabajan de forma autónoma, y el resultado final, desarrollado en laboratorio y pulido para su entrega fuera del aula, permite también el empleo para la redacción última de la IA a modo de «entrenador personal», como un tutor socrático que les permite afianzar o refutar las afirmaciones que han realizado en su trabajo. Para ello se seguiría un *prompt* como el propuesto para el aprendizaje por José Pedro García Sabater, Vicerrector de Planificación, Oferta Académica y Transformación Digital de la Universitat Politècnica de València [12]:

«Planifica cada paso con anticipación antes de continuar. Primero preséntate y pregunta sobre el tema sobre el que quiero aprender. Espera una respuesta. Pregunta específicamente cual es el objetivo que espero conseguir. Espera una respuesta. Adapta tus preguntas y respuestas a un estudiante de nivel universitario pero que no necesariamente conoce el ámbito en el que se maneja. Valora la respuesta y luego, en lugar de dar una retroalimentación directa, formula una pregunta cada vez que me ayude a ir mejorando mi conocimiento sobre el tema. Cada vez una pregunta, concreta y específica. Informa si estoy en el camino correcto o si necesito hacer algo diferente»

Al dividirse las sesiones de prácticas en cuatro bloques, cada uno con su entregable correspondiente, se ha añadido un elemento: en la última sesión de cada bloque el grupo

debe exponer no sus hallazgos, sino su travesía con la IA, indicando puntos de conformidad y no conformidad, debilidades y fortalezas encontradas.

3.2. Teoría

En la parte de teoría el impacto ha sido menor. Por una parte, se ha minimizado el desarrollo de pruebas relacionadas con los casos mediante poliformat, pues siendo en su inmensa mayoría desarrollos de complicada construcción y distintos por lo enorme de las baterías empleadas, lo más económico en tiempo era, y sigue siendo, la corrección humana. Para evadir tentaciones, hemos dado un pequeño paso atrás mientras revisamos soluciones tipo *Safe Exam Browser*³ y los desarrollos han vuelto a ser realizados en papel, sin apoyo TIC. En el otro platillo de la balanza, se ha añadido a las actividades de gamificación una basada en el empleo de ChatGPT, hibridando con la clásica técnica de Philips 66⁴.

En nuestro caso, el tema propuesto por el docente para el debate no es lineal: se basa en una consulta que cada grupo, usando sus propios dispositivos, realizan en el momento a ChatGPT. Y el debate, orientado hacia aspectos deontológicos, debe girar en torno a sus implicaciones morales.

Un ejemplo para ilustrar esto es el siguiente:

1. El profesor propone que se analice esta noticia: <https://www.xataka.com/legislacion-y-derechos/deepfakes-sexuales-no-pararan-solo-castigar-su-distribucion-hay-que-fijarse-pionera-ley-corea-sur>⁵
2. El grupo accede a ella, la lee y le pregunta a ChatGPT y obtiene una respuesta (véase la imagen 1)
3. El grupo debate sobre la respuesta. Aquí es donde empiezan a contar los seis minutos clásicos de la técnica Philips 66.
4. El portavoz de cada grupo expone sus resultados. El profesor crea en la pizarra un mapa conceptual con los hallazgos
5. Se abre el debate grupal en el aula
6. Los grupos votan a un grupo ganador. Los integrantes del grupo ganador reciben su premio de la gamificación.

Con el paso del tiempo, se percibe que las preguntas que los alumnos hacen a ChatGPT se van refinando. Ya no les basta con una petición más elemental. Refinan hasta lograr encontrar argumentos que les permitan diferenciarse del resto, epatar quizá a sus compañeros y así llevarse el premio de la actividad.

³ <https://safeexambrowser.org/> Consultado el 24 de octubre de 2024

⁴ De forma tradicional, es una técnica de dinámica de grupos que se basa en la organización grupal para elaborar e intercambiar información mediante una gestión eficaz del tiempo. El desarrollo de la misma exige que un grupo grande se descomponga en subgrupos de 6 personas. Estas discutirán durante 6 minutos una propuesta del docente para tratar de llegar a una conclusión. Un portavoz expone el resultado y luego los subgrupos contrastan entre sí éstos.

⁵ La noticia habla sobre la legislación pionera de Corea del Sur para combatir los deepfakes sexuales, que no solo castiga la distribución de este tipo de contenido, sino también su creación. Este enfoque es más integral que el de otros países, donde las leyes suelen centrarse en la difusión, pero no en la producción.



¿Puedes analizarme desde un prisma ético, esta noticia? Sucede en Asia, pero quisiera que la visión fuera la propia de un ciudadano de la UE. La noticia es: <https://www.xataka.com/legislacion-y-derechos/deepfakes-sexuales-no-pararan-solo-castigar-su-distribucion-hay-que-fijarse-pionera-ley-corea-sur>

Desde una perspectiva ética europea, la proliferación de **deepfakes sexuales** plantea preocupaciones profundas en cuanto a la **dignidad humana, la privacidad y el consentimiento**. Los derechos fundamentales de los individuos en la UE, amparados por el Reglamento General de Protección de Datos (RGPD), se ven gravemente vulnerados en casos donde las personas aparecen en imágenes o videos falsos sin su autorización. No solo el **uso y la distribución**, sino también la **creación de contenido no consensuado** debería ser penalizado. La legislación surcoreana es un avance en la protección de las víctimas, ya que aborda tanto la **producción** como la **distribución** de deepfakes, un enfoque que Europa podría imitar.

En la UE, el enfoque ético estaría vinculado al respeto por la integridad personal y la lucha contra la violencia de género, especialmente en el ámbito digital. Además, **responsabilizar a las plataformas** que faciliten la propagación de estos contenidos es clave para un ecosistema seguro en línea.

Imagen 2. Ejemplo de empleo de ChatGPT con Philips 66. Elaboración propia.

4. RESULTADOS DEL DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN

Aunque este texto se escribe con el semestre en su ecuador, es importante destacar una serie de elementos que habla muy positivamente de la experiencia. Es propósito firme recopilar los resultados y tras su análisis presentarlos en un futuro trabajo. Sin una base firme objetiva, tan solo con la percepción sumamente favorable pero subjetiva, la experiencia se repetirá en futuros cursos, dando paso a poder comparar resultados en un plazo medio.

Con respecto a las prácticas, por motivos que no hemos podido analizar por las razones temporales indicadas, pero intuitivamente asociadas al interés por la novedad y a que la introducción de un debate mantiene la tensión, no se ha producido abandono alguno de la asignatura (falta de asistencia durante las últimas tres sesiones, sin justificar), lo que es una novedad gratificante. La tasa de abandono era baja, pero de seguir así el límite mínimo será un record absoluto.

De igual manera, y ligado a una mayor implicación que en el laboratorio es evidente, las pocas notas que han ido produciéndose parecen marcar una tendencia al alza frente a ediciones anteriores.

En el ámbito de la teoría, ciñéndonos a la experiencia relatada sobre la gamificación, de manera subjetiva, pues es por razones fáciles de entender algo muy difícilmente cuantificable, se ha visto mejorado el pensamiento crítico del alumno medio, ahora influido por el uso del «tutor socrático» mencionado en las sesiones de laboratorio.

Como el propósito es realizar la misma experiencia con los grupos del segundo semestre, esperamos poder mostrar datos más concretos y sobre todo, de alguna manera poder cuantificar lo que de momento se muestra como una experiencia prometedora desde la visión cualitativa del docente, para ulteriores ediciones de las JIDINF.

CONCLUSIONES

Tras haber analizado algunas experiencias, narradas verbalmente por sus protagonistas, en otros centros, el miedo (de nuevo aparece la palabra al final del trabajo) que subyacía era no acabar con la misma sensación que nos iban depositando, resumible en un «estamos igual que antes pero más maquillados». Antes al contrario, hay un incremento al menos visible de forma subjetiva en el aula del análisis crítico de los alumnos, así como un incremento de su participación (no abandono) e interés en el seguimiento de las actividades.

La principal crítica interna, derivada de la inmediatez de la experiencia (al 50% de culminar el semestre en el momento en que estas líneas son escritas) es la falta de datos que poder contrastar. Deficiencia que esperamos subsanar profundizando en la misma para poder exhibirlos en próximas ediciones de las JIDINF y que viene justificada en cierto modo por la urgencia de tomar medidas, como se aprecia en la Imagen 1, para incorporar nosotros la IA en el aula antes de que lo hagan los estudiantes por su cuenta.

Un elemento adicional, con el que nos hemos encontrado de momento conceptualmente pero que nos preocupa a la hora de generalizar la experiencia en el segundo semestre, multiplicando el número de alumnos, estriba en la posibilidad de existencia de alumnos con necesidades educativas especiales. Esas particularizaciones son las que, hoy por hoy, nos mantienen vigilantes e investigando posibles medidas o consideraciones específicas desde el empleo de la IA generativa.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] HIRIART CAMACHO, Guillermo, et al. La inteligencia artificial como suplente del docente. *<https://doi.org/10.24275/uama.6134.2023>*, 2023.
- [2] LINARES, Luis Jiménez, et al. ChatGPT: reflexiones sobre la irrupción de la inteligencia artificial generativa en la docencia universitaria. *Actas de las Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUI)*, 2023, vol. 8, p. 113-120.
- [3] GONZÁLEZ-GERALDO, José L.; ORTEGA-LÓPEZ, Leticia. ¿Puede engañarnos una IA? Carencias del estudiantado universitario para detectar ChatGPT. *Education in the Knowledge Society (EKS)*, 2024, vol. 25, p. e31760-e31760.
- [4] REGLAMENTO (UE) 2024/81079 del Parlamento Europeo y del Consejo de 12 de marzo de 2024, sobre un marco armonizado para la inteligencia artificial. *Diario*

- Oficial de la Unión Europea*, L 123, 2024. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/doc.php?id=DOUE-L-2024-81079> (24 de octubre de 2024)
- [5] PISTONO, Federico. Los robots robarán tu empleo pero está bien: cómo sobrevivir al colapso económico y ser feliz. Federico Pistono, 2013.
- [6] BARRO, S. (2024, February 1). ¿Ha llegado la Inteligencia Artificial a la educación? Universidad, sí. <https://www.universidadsi.es/ha-llegado-la-inteligencia-artificial-a-la-educacion/> (24 de octubre de 2024)
- [7] CASAL-OTERO, L., CATALA, A., FERNÁNDEZ-MORANTE, C., TABOADA, M., CEBREIRO, B., & BARRO, S. (2023). AI literacy in K-12: A systematic literature review. *International Journal of STEM Education*, 10(1), 29. <https://doi.org/10.1186/s40594-023-00418-7>
- [8] OLTRA GUTIÉRREZ, J.V. Empleo de Inteligencia Artificial Generativa en las aulas de Ingeniería Informática ¿Podemos tapar el sol con un dedo y afirmar que no existe?. En el libro colectivo «Inteligencia artificial y actividades multimedia para los contenidos docentes», Tirant., pendiente de publicación (previsto diciembre 2024)
- [9] PECKMAN, R., 2024. Miedo. Una historia alternativa del mundo. Barcelona: Planeta.
- [10] MOLLICK, E. & MOLLICK, L., 2023. Why All Our Classes Suddenly Became AI Classes Strategies for Teaching and Learning in a ChatGPT World. *Harvard Business Publishing*.
- [11] CORDÓN, O., 2023. Inteligencia Artificial en Educación Superior: Oportunidades y Riesgos.. *RiiTE Revista interuniversitaria de investigación en tecnología educativa*, pp. 15, 16-27.
- [12] GARCÍA-SABATER, J.P. Tutor Socrático, (May 20, 2024). Accessed: Oct. 25, 2024. [Online Video]. Available: <https://www.youtube.com/watch?v=2o3Yn-LfhQo>

Identificación de buenas prácticas para la evaluación de los resultados de aprendizaje de las titulaciones de la ETSINF

Estefanía Argente¹, Silvia Terrasa², Alexis Bañón³, Leonor Ruiz³, Patricio Letelier¹, Manuela Albert¹, Santiago Escobar¹, Juan V. Oltra³, Marta Fernández-Diego³, Llanos Cuenca³, Beatriz Garcia-Ortega³

¹ Dpto. de Sistemas Informáticos y Computación, Universitat Politècnica de València, emails: {eargente@dsic.upv.es; letelier@dsic.upv.es; malbert@dsic.upv.es; sescobar@upv.es},

² Dpto. de Informática de Sistemas y Computadores, Universitat Politècnica de València, sterrasa@disca.upv.es,

³ Dpto. de Organización de Empresas, Universitat Politècnica de València, emails: {albaogo@upv.es; lruiz@omp.upv.es; jvoltra@omp.upv.es; marferdi@omp.upv.es; llcuenca@omp.upv.es; beagaror@doctor.upv.es}

RESUMEN

Mediante el PIME institucional PIME/22-23/320 se ha procedido a realizar la adaptación curricular de las competencias transversales de todas las titulaciones de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática, estableciendo las asignaturas punto de control de las nuevas competencias y sus resultados de aprendizaje. Además, se han constituido grupos de trabajo a nivel de centro por cada competencia transversal, en los que se han identificado buenas prácticas para el desarrollo y evaluación de las competencias y sus resultados de aprendizaje. En este artículo se detallan los procedimientos seguidos durante el segundo año del PIME (curso 2023/24) para la recopilación y análisis de dichas buenas prácticas.

1. INTRODUCCIÓN

El Proyecto Institucional de Innovación y Mejora Educativa PIME/22-23/320, con título «Adaptación curricular de las competencias transversales en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática», es un proyecto que ha abarcado dos cursos de duración (2022/23 y 2023/24) y cuyo objetivo ha consistido en adaptar el marco de competencias transversales (CT) de las titulaciones de la escuela a las 5 nuevas competencias establecidas y aprobadas en el Consejo de Gobierno de la Universitat Politècnica de València (UPV) el 21 de julio de 2022 [1].

Para ello, en el primer año del PIME (curso 2022/23), se contó con la participación de los Directores Académicos de las titulaciones de la ETSINF, que lideraron el proceso de

revisión de la matriz de asignaturas punto de control de las nuevas CT y sus correspondientes resultados de aprendizaje.

En el segundo año del PIME (curso 2023/24), se establecieron grupos de trabajo por cada una de las cinco nuevas competencias transversales, con uno o dos coordinadores por cada grupo, que se han encargado de informar al profesorado, recopilar y revisar las fichas de trabajo facilitadas por el ICE, con el objetivo de identificar buenas prácticas en el desarrollo y evaluación de los resultados de aprendizaje asociados a las competencias transversales.

Todo el proceso de este PIME ha sido supervisado por la Subdirección de Calidad y Docencia de la ETSINF y se ha contado también con el apoyo de miembros del ICE para la coordinación del proyecto entre las diferentes escuelas de la UPV, ya que en cada escuela se ha abordado un PIME similar para la adaptación de sus diferentes títulos.

1.1 Contextualización de la experiencia

En este PIME se ha procedido a la adaptación curricular de los programas de grado y máster de la ETSINF a las nuevas competencias transversales definidas por la UPV [1]. Las competencias transversales recogen las habilidades, comportamientos, actitudes, motivaciones, valores y conocimientos comunes a todas las áreas y ámbitos de estudio que se necesitan para prosperar en un entorno profesional en constante cambio [2].

Por tanto, se han abordado todas las titulaciones del centro, en concreto:

- Grado en Ingeniería Informática (GIINF), de 240 ECTS y con 400 plazas de entrada, más 60 en dobles grados.
- Grado en Ciencia de Datos (GCD), de 240 ECTS y con 120 plazas de entrada, más 15 en doble grado.
- Grado en Informática Industrial y Robótica (GIROB), de 240 ECTS, con 75 plazas de entrada.
- Máster Universitario en Ingeniería Informática (MUIINF), de 120 ECTS y con 30 plazas de entrada.
- Máster Universitario en Ciberseguridad y Ciberinteligencia (MUCC), de 90 ECTS y 30 plazas de entrada.
- Máster Universitario en Humanidades Digitales (MUHD), de 60 ECTS y 25 plazas de entrada.

En cada titulación, se han tenido en cuenta las asignaturas de formación básica (para grados) y las obligatorias (para grados y másteres), con las que establecer la matriz de nuevas asignaturas de control de las competencias transversales. No obstante, también se ha informado de todo el proceso a los responsables de las asignaturas optativas de las titulaciones del centro y, en algunos casos, dichos responsables también han contribuido con ejemplos de buenas prácticas en el desarrollo y evaluación de las CT.

Los resultados del primer año del PIME (curso 2022/23) [3] se presentaron en las Jornadas de Innovación Docente de la ETSINF (JIDINF 2023), celebradas en diciembre de 2023.

En este artículo detallamos los resultados del segundo año del PIME (curso 2023/24), en el que se ha procedido a recopilar buenas prácticas de trabajo y evaluación de las competencias transversales, para que sirvan de guía al profesorado que desee desarrollar en sus clases los resultados de aprendizaje asociados a dichas CT.

1.2. Justificación

Desde el curso académico 2014/15, la UPV ha integrado el desarrollo de las competencias transversales en todos sus programas de estudio, con el propósito de acreditar un perfil competencial transversal de egreso en todos sus títulos oficiales. Inicialmente se establecieron un total de 13 Competencias Transversales (CT), considerando las normativas y directrices clave tanto a nivel nacional como internacional, además de la amplia literatura científica disponible. No obstante, la evolución hacia los estándares de calidad contemporáneos delineados por el Ministerio de Universidades en el Real Decreto 822/2021, que enfatizan los principios y valores democráticos y los Objetivos de Desarrollo Sostenible, además de los cambios en las acreditaciones tanto a nivel nacional como internacional, han fomentado una revisión del marco competencial.

En consecuencia, la UPV, en su Consejo de Gobierno de fecha 21 de julio de 2022, ratificó una revisión del conjunto de habilidades transversales, que ahora consta de 5 competencias transversales, clasificadas como competencias de destreza [1]. Además, para mejorar su comprensión, a cada competencia se han asociado 4 resultados de aprendizaje que se espera haya adquirido el estudiantado al terminar sus estudios. Estos resultados están alineados con las competencias que se requieren en la formación de estudiantes de programas académicos oficiales exigidos por las distintas agencias evaluadores a nivel nacional (verificación y acreditación de titulaciones, y sellos de calidad ANECA), europeos (sellos de calidad Euro-Inf y EUR-ACE) e internacionales (acreditación ABET).

Para desarrollar las habilidades y destrezas necesarias en cada competencia, es muy importante que el docente tenga acceso a los recursos didácticos adecuados, los cuales puedan adaptarse a las diferentes necesidades educativas del estudiantado.

2. Objetivos de la innovación

En el primer año del PIME, el principal objetivo consistió en establecer una matriz de correlación de las asignaturas y las «nuevas» competencias transversales, distribuyendo los puntos de control de las CT por módulos/materias o asignaturas, para cada una de las titulaciones de la ETSINF. Este objetivo se completó de forma adecuada, de modo que en VERIFICA-UPV se introdujeron las asignaturas punto de control de todas las titulaciones de la ETSINF, quedando reflejados todos estos cambios en las guías docentes del curso 2023/24 de todas las asignaturas de la escuela.

Para el segundo año del PIME, los objetivos a alcanzar han sido los siguientes:

- OE1. Implementar la propuesta de asignación de puntos de control, de los diferentes resultados de aprendizaje de cada competencia transversal, en las asignaturas (e identificar y modificar posibles disfunciones en dicha asignación).
- OE2. Identificar buenas prácticas, identificar/crear/adaptar recursos de apoyo, elaborar/ recopilar materiales, definir/identificar ejemplos... en las distintas áreas de estudio de cada titulación.

3. DESCRIPCIÓN DEL DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN

En el **segundo año del PIME (curso 2023/24)**, se realizaron las siguientes acciones:

1) *Implementación de la propuesta de asignación de puntos de control, de los diferentes resultados de aprendizaje de cada competencia transversal, en las asignaturas de la ETSINF.* Como se ha comentado anteriormente, en las guías docentes del curso 2023/24 ya se incluyeron las competencias transversales de las asignaturas punto de control, pero no así sus resultados de aprendizaje. No obstante, para algunas titulaciones se disponía ya de una matriz con los resultados de aprendizaje asociados a cada competencia. A finales de 2023 se concretó la asignación final de resultados de aprendizaje en todas las titulaciones de la ETSINF, procediéndose a su inclusión en VERIFICA-UPV y, por tanto, en las guías docentes del curso 2024/25.

2) *Identificación de buenas prácticas sobre el desarrollo y evaluación de las CT en las distintas áreas de estudio de cada titulación.* Para ello:

a) Se establecieron coordinadores para cada CT, de profesorado voluntario de la ETSINF, y se incorporaron como nuevos miembros en el PIME. Estos coordinadores han participado tanto en reuniones con el ICE como con profesorado de la escuela, en donde se ha explicado el proceso de trabajo dentro del PIME y las fichas de buenas prácticas a recopilar. Se estableció un grupo de trabajo para cada CT.

b) Se identificaron buenas prácticas y se diseñaron ejemplos. Los coordinadores de cada CT contactaron con los responsables de las asignaturas punto de control para que rellenaran las fichas de buenas prácticas que había preparado el ICE. En el Anexo A se muestra un ejemplo de estas fichas. Además, se realizaron reuniones por Teams con el profesorado de asignaturas punto de control de las titulaciones de la ETSINF para explicarles las fichas. Los coordinadores, tras revisar las fichas y completar datos que faltaban, han subido los resultados al Teams creado por el ICE para tal fin.

3.1 Detalle de las acciones realizadas

a) **Constitución de los grupos de trabajo** e incorporación de los nuevos miembros en el PIME.

En mayo de 2023 la coordinadora del centro contactó con los responsables de las asignaturas punto de control de las titulaciones de la ETSINF para obtener profesorado voluntario para ejercer de coordinador de cada CT y constituir el grupo de trabajo. Posteriormente se solicitó su incorporación al PIME.

El 5 de julio de 2023 celebramos una reunión por Teams del grupo de trabajo de coordinadores, donde se comentaron las acciones a realizar en este segundo año, tomando como base la guía propuesta por el ICE. Como resultado de la reunión, se creó un grupo de Teams en el que recopilar toda la información asociada. La subdirectora facilitó a los coordinadores de CT el listado de todas las asignaturas punto de control de su correspondiente CT, para todas las titulaciones de la ETSINF.

b) Identificación de buenas prácticas y diseño de buenos ejemplos.

Los coordinadores de cada CT contactaron vía email y Teams con los responsables de las asignaturas punto de control, para que rellenaran las fichas de buenas prácticas que había preparado el ICE. Estas fichas contemplan elementos tales como: contexto de la asignatura; definición de la actividad en la que está integrado el trabajo propio de la competencia específica (y sus resultados de aprendizaje) con el resultado de aprendizaje de la transversal; y evaluación de dicha actividad, destacando cómo se valora la adquisición de los resultados de aprendizaje de la CT.

De esta forma, se estableció un grupo de trabajo para cada CT. Se realizaron reuniones por Teams con el profesorado de asignaturas punto de control de las titulaciones de la ETSINF, para explicarles las fichas.

Hasta el 20 de mayo de 2024, los coordinadores recopilaron las fichas. Para algunas CT tuvieron que enviar varios recordatorios, así como la información sobre todo el procedimiento que se estaba realizando. En algunas CT, se llevaron a cabo algunas reuniones por Teams para poner en común aspectos de las fichas y discutir el desarrollo y evaluación de las CT.

Finalmente, los coordinadores han revisado las fichas, para consensuar algunos datos que faltaban, o eliminar aquello que estaba duplicado. El resultado final se ha subido al Teams del ICE, en la carpeta de la ETSINF. Desde el ICE, se pretende publicar todos estos resultados a través de un repositorio de la biblioteca UPV.

c) Asistencia a las reuniones del ICE

Con motivo de la supervisión realizada por el ICE para la coordinación de todas las escuelas de la UPV, se realizaron diversas reuniones a lo largo del curso 2023/24, tanto de coordinadores de centro como de coordinadores de cada CT. En nuestro caso, asistimos de forma presencial o bien en modo online, a todas las reuniones que se realizaron, teniendo siempre, al menos, un representante de la escuela en cada reunión.

d) Elaboración de un listado de indicadores que evidencien la adquisición de los diferentes resultados de aprendizaje. El ICE elaboró un documento excel común para todas las escuelas participantes en el PIME, destinado a la identificación de indicadores

de logro. Estos indicadores, extraídos de las buenas prácticas, permiten medir la adquisición de cada una de las cinco competencias. Los indicadores están etiquetados según la escuela y la asignatura que los propone, y además se refleja qué resultado de aprendizaje miden. Para la escuela de informática, se han recopilado los indicadores de logro correspondientes a la CT4.

4. RESULTADOS DEL DESARROLLO DE LA INNOVACIÓN

En la ETSINF disponemos de 3 grados y 3 másteres. La relación de titulaciones contempladas en la ETSINF y el total de asignaturas punto de control por CT se muestra en la Tabla 1. Como el Grado en Informática Industrial y Robótica (GIIROB) se encuentra en proceso de implantación (en el curso 2022/23 se implantó el primer curso, mientras que en 2023/24 se implantó el segundo curso), solamente se han tenido en cuenta las asignaturas de esos dos cursos, ya que son las actualmente implantadas.

Tabla 1. Total asignaturas punto de control de la ETSINF, por cada Competencia Transversal

Titulaciones	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5
GIINF	3	9	5	11	9
GCD	5	5	4	5	7
GIIROB	1	1	2	1	1
MUIINF	2	2	2	2	2
MUCC	2	2	2	2	3
MUHD	5	6	6	5	5
TOTAL	18	25	21	26	27

Durante el curso 2023/24 se ha procedido a la formación de los grupos de trabajo, en la que los coordinadores respectivos de cada CT han recopilado las fichas de buenas prácticas definidas por el ICE. Los grupos de trabajo de una CT están integrados por profesores responsables de asignaturas que son puntos de control de dicha CT. Los coordinadores han recopilado las actividades aplicadas en las distintas asignaturas relacionadas con la CT, ayudando a formalizarlas mediante las fichas proporcionadas por el ICE. Para facilitar el trabajo de los profesores, los coordinadores han elaborado ejemplos de buenas prácticas validadas por el ICE, han organizado reuniones a través de TEAMS y han mantenido discusiones aclaratorias por correo electrónico.

En la Tabla 2 se muestra la cantidad de fichas recopilada por cada CT y titulación.

Tabla 2. Total fichas de buenas prácticas de las titulaciones de la ETSINF, para cada Competencia Transversal.

Titulaciones	CT1	CT2	CT3	CT4	CT5	Total
GIINF	0	7	5	3	0	15
GCD	1	0	3	2	6	12
GIROB	1	1	0	0	0	2
MUIINF	1	1	1	2	1	6
MUCC	1	0	0	0	0	1
MUHD	2	2	6	1	2	13
TOTAL	6	11	15	8	9	49
% asig. PC	33%	44%	71%	31%	33%	42%

Como se observa en la Tabla 2, hemos recopilado un total de 49 fichas de buenas prácticas, que supone un 42% del total de asignaturas punto de control de la ETSINF. Así, se ha conseguido recopilar fichas entre un 30% y 45% de las asignaturas punto de control de cada competencia, destacando la CT3, donde se ha conseguido recopilar información de prácticamente la mayoría de las asignaturas que trabajan esta competencia (71% de fichas recopiladas). No obstante, muchas de estas fichas contenían poco detalle sobre las actividades realizadas, al menos no el suficiente para poder compartir la buena práctica con otras asignaturas del centro. Por otro lado, hay titulaciones para las que no se dispone aún de ejemplos de buenas prácticas de algunas CT. Así, en el GIINF se requieren ejemplos para CT1 y CT5; y en MUCC se requieren ejemplos de prácticamente todas las CT. Respecto a GIROB, como en el curso 2024/25 se procederá a implantar el tercer curso de dicha titulación, se contactará con el profesorado de las asignaturas de dicho curso para que participen también en la confección de las fichas.

Analizándolo desde el punto de vista de los objetivos de cada CT, destaca el bajo número de buenas prácticas identificadas para la competencia compromiso social y medioambiental (CT1). Este aspecto es particularmente relevante en el contexto actual, donde la informática y la ingeniería enfrentan desafíos significativos relacionados con la inteligencia artificial generativa, el consumo energético y la ética; aspectos que sí son abordados en las asignaturas, por lo que se debe hacer un mayor esfuerzo en plasmarlo como buenas prácticas.

También la competencia transversal responsabilidad y toma de decisiones (CT5) es de gran importancia en las titulaciones de la ETSINF. Por ejemplo, el estudiantado del GIINF está involucrado en el desarrollo y la implementación de sistemas y software que requieren decisiones críticas sobre funcionalidad, seguridad, y ética; en la informática industrial y la robótica (GIROB), las decisiones tienen un impacto directo en la seguridad, la eficiencia y la funcionalidad de los sistemas automatizados; en el MUIINF se prepara al estudiantado para roles de liderazgo y toma de decisiones estratégicas en proyectos complejos, donde la competencia en responsabilidad y toma de decisiones es vital para gestionar equipos, proyectos y recursos de manera ética y eficiente; en el MUCC la ciberseguridad y la ciberinteligencia involucran decisiones críticas sobre la protección de datos y sistemas; y en el MUHD, aunque el enfoque es más interdisciplinario, la toma de decisiones responsables sigue siendo importante,

especialmente en la gestión de proyectos digitales, por lo que también se deben recoger las actividades como buenas prácticas. Para el GCD sí que se han recogido suficientes fichas de buenas prácticas para la CT5, quedando así reflejados ejemplos de actividades donde se deben tomar decisiones informadas sobre la interpretación de datos, la creación de modelos y el manejo de información sensible.

Entre los problemas que hemos tenido con las fichas, encontramos que, inicialmente los coordinadores no tenían bien claro cuál era su propósito; el diseño de estas se ha ido modificando durante el proceso, lo cual ha provocado cierta confusión entre los coordinadores; y sería necesario una revisión global de las fichas, por parte del ICE o entre escuelas, para extraer conclusiones y detectar los aspectos que falten. Se espera, por tanto, poder continuar con este trabajo de confección y revisión de las fichas durante el curso 2024/25, de modo que se complete la recopilación de estas y se pueda elaborar un listado de indicadores que evidencien la adquisición de los diferentes resultados de aprendizaje, en base a las directrices establecidas por el ICE para la descripción de estos indicadores.

4.1 Ejemplos de buenas prácticas

Para la CT1 (Compromiso social y medioambiental) se han recopilado 6 buenas prácticas, que incluyen ejemplos de actividades sobre: (i) consecuencias éticas y análisis de riesgos en análisis genéticos (riesgos en caso de fuga de información, problemas en salvaguardas de datos, etc.); (ii) gobierno ético de los datos masivos, creando un código deontológico de buenas prácticas para proteger los datos de los proyectos Big Data; (iii) problemas sociales o medioambientales real (en el desarrollo de un proyecto de robótica), considerando aspectos de sostenibilidad y responsabilidad social; (iv) compromiso de servicios e industrias culturales y su impacto social y/o medioambiental en la comunicación y en la tecnología empleada; (v) dilemas éticos sobre propiedad intelectual y la vertiente ética de la Inteligencia Artificial; y (vi) gestión energética y de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.

Para la CT2 (Innovación y creatividad) se han recopilado 11 buenas prácticas, que incluyen actividades como: (i) aprender diseñando (ej. diseñando algoritmos de control y automatismos; desarrollo de prototipos siguiendo el método de desarrollo centrado en el usuario); (ii) adquirir habilidades críticas para evaluar y responder a vulnerabilidades en sistemas informáticos; (iii) proporcionar soluciones creativas ante un reto de comunicación, actuando como una empresa de asesoría y consultoría de marketing y comunicación; (iv) elaborar una matriz DAFO (Debilidades, Amenazas, Fortalezas y Oportunidades) para una empresa real; (v) desarrollar la creatividad mediante la técnica 635 (donde cada grupo de 6 personas aporta tres ideas a una situación dada pensándolo durante 5 minutos); (vi) abordar proyectos de emprendimiento o innovación, como desarrollo software con equipos multidisciplinares (con estudiantes de GIINF y de BBAA), proyectos aplicados a la robótica y la informática industrial, o proyectos de innovación en contextos empresariales mediante la incorporación de sistemas de

información de gestión empresarial; y (vii) realizar procesos experimentales para aplicar técnicas y modelos de inteligencia artificial para solucionar problemas reales.

Para la CT3 (Trabajo en equipo y liderazgo) se han recopilado 15 buenas prácticas, entre las que destacan: (i) la utilización de tableros Kanban, herramienta visual utilizada para gestionar y optimizar el flujo de trabajo en proyectos, principalmente en el ámbito de la gestión de proyectos ágiles, y que favorece el trabajo eficiente colaborativo utilizando una herramienta online (Trello.com), que permite planificar tareas y compartir documentos; (ii) la co-evaluación del trabajo en grupo respecto a la resolución de conflictos y habilidades interpersonales, así como a habilidades de comunicación, asertividad y empatía; (iii) el aprendizaje basado en proyectos, con proyectos de desarrollo de software donde parte del profesorado actúa de Product Owner (quien establece los requisitos del producto y las prioridades de desarrollo) y otros de Scrum Master (quien orienta a los equipos en la aplicación de la metodología de trabajo y en la mejora de su rendimiento); y (iv) el desarrollo de proyectos de emprendimiento con equipos multidisciplinares, integrados por alumnos de ETSINF y de BBAA, donde los profesores actúan como Scrum Master mientras que el propio equipo actúa como Product Owner (decidiendo las características del producto y el orden en el cual se implementarán)

Para la CT4 (Comunicación efectiva) se han recopilado 8 buenas prácticas, que incluyen actividades como: (i) análisis/debate de un tema de la asignatura con la técnica de los 6 sombreros para pensar, que facilita el análisis de problemas desde distintos puntos de vista, donde el sombrero blanco implica un pensamiento neutral y objetivo, el sombrero rojo implica un pensamiento emocional, el amarillo tiene visiones positivas del problema), el sombrero verde analiza el tema desde una perspectiva original, el sombrero negro aporta visiones negativas del problema, mientras que el sombrero azul dirige la discusión; (ii) formulación de preguntas, donde el alumnado realiza preguntas a otros estudiantes sobre un tema debatido en clase, con el objetivo de profundizar y reflexionar sobre lo planteado en el debate; (iii) informe y videoinforme sobre un tema de la asignatura (ej. sobre una lista de herramientas de automatización, donde en el videoinforme responden unas preguntas genéricas preparadas por el profesor como su valoración de la utilidad o no, la dificultad de instalación y uso, valoración de la curva de aprendizaje, acceso a los recursos de aprendizaje, y una valoración global general, grabando todo en una sesión de Teams); (iv) rueda de respuestas, donde el profesor pregunta inicialmente a un estudiante, quien argumenta su respuesta (pudiendo consultar los recursos que necesite) y decide quién responderá la siguiente pregunta; y (v) presentación o defensa oral de un trabajo o proyecto, con explicación previa y análisis posterior de los elementos que forman parte de cualquier buena presentación (organización de la información, colores, tipografías, tono de voz, vestimenta, uso de recursos, movimiento en la tarima, gestión de la mirada, fases emocionales de la presentación, etc.).

Finalmente, para la CT5 (Responsabilidad y toma de decisiones), se han recopilado 9 buenas prácticas, que incluyen actividades como: (i) evaluación cruzada entre compañeros, donde cada alumno tiene la responsabilidad de evaluar actividades realizadas por sus compañeros de forma anónima y realizar una crítica constructiva sobre

las decisiones que han tomado sus compañeros en la configuración de los sistemas propuestos; (ii) gestión del esfuerzo y tiempo utilizando la metodología de tableros Kanban (donde el tablero KANBAN sirve de cuaderno de bitácora), haciendo uso de la herramienta colaborativa online Trello, que registra cada tarjeta usada, de modo que el profesorado tiene en cuenta el número de tarjetas utilizadas, si el estado de las mismas es “terminado” al final del proceso y el grado de colaboración del grupo en la gestión de estas tarjetas; (iii) selección de modelos de clasificación en tareas complejas, donde los alumnos deben probar varias técnicas y discutir cuál es la más apropiada; (iv) investigación estadística sobre desafíos sociales y medioambientales, donde se evalúa la revisión en profundidad de la literatura, el uso efectivo de bases de datos académicas y la aplicación de filtros pertinentes, la justificación de la selección de fuentes, la elaboración de un listado de referencias, la reflexión sobre prácticas de búsqueda de información que protegen la privacidad y la seguridad en línea, entre otros aspectos; y (v) desarrollo de habilidades críticas en análisis de datos en línea y comprensión de la presencia y el impacto en la web de empresas e instituciones en diversos sectores.

4.2 Dificultades del proyecto

Se lista a continuación las dificultades principales que nos hemos encontrado y cómo nos planteamos abordarlas:

- Para algunas titulaciones y CT, no se ha podido obtener información sobre buenas prácticas, a pesar de los múltiples recordatorios al profesorado, como hemos indicado en la tabla 2. En el próximo curso 2024/25, con la continuación del proyecto, incidiremos aún más en la recopilación de estas fichas.
- Para la CT1, los coordinadores realizaron una encuesta a los responsables de asignaturas de la ETSINF punto de control de dicha competencia, para determinar cuáles están realmente desarrollando dicha CT. De dicha encuesta, determinaron que solamente 12 asignaturas desarrollan la CT1: 1 en GIINF, 3 en GCD, 2 en GIROB, 4 en MUHD, 1 en MUIINF y 1 en MUCC. Por su parte, de esas asignaturas, 7 trabajan el RA1.1; 1 trabaja el RA 1.2; 3 asignaturas trabajan el RA1.3; y 3 trabajan el RA1.4. Pero los responsables de asignatura apenas han aportado ejemplos de buenas prácticas.
- Para la CT4, algunas de las fichas recibidas no se podían considerar buenas prácticas, ya que aunque sí que describían las actividades que realizaban y estaban relacionadas de alguna manera con la competencia, no había una trazabilidad con lo que se evaluaba ni con los resultados de aprendizaje.

4.3 Continuación del proyecto

Se ha solicitado al ICE una continuación del proyecto, para el curso 2024/25, para así finalizar la elaboración del **listado de indicadores** que evidencien la adquisición de los diferentes resultados de aprendizaje.

Durante el siguiente curso 2024/25:

- a) Se insistirá en la recopilación de buenas prácticas, especialmente para aquellas titulaciones de las que todavía no se tienen ejemplos en algunas CT. Se enviarán recordatorios, tanto por parte del coordinador de la CT como del coordinador a nivel de centro.
- b) Se revisarán las buenas prácticas ya existentes, para adecuarlas, en su caso, a la plantilla actualizada propuesta por el ICE.
- c) Se seleccionarán los 5 o 6 ejemplos más representativos de cada CT y, en base a ellos, se completará el Excel de Indicadores de Logro. Para la CT4 sí que se dispone de esta información, pero no para el resto de CT.
- d) Se seleccionarán aquellas buenas prácticas que abordan más de una CT para obtener un mapa de complementariedades que permita su reutilización y simplificación en la implementación real en las asignaturas.

CONCLUSIONES

En este artículo se detalla el proceso y resultados del segundo año del PIME/22-23/320, proyecto institucional de la ETSINF que ha permitido realizar una revisión y actualización de las competencias transversales que se están trabajando en las asignaturas de la escuela, así como recopilar las actividades de enseñanza que en ellas se realizan con las que trabajar los resultados de aprendizaje y evaluar las competencias. Esta recopilación, a través de fichas de buenas prácticas, permite ofrecer ejemplos de actividades y métodos de evaluación que sirvan de guía al profesorado, con el fin de que puedan integrar estas actividades en sus asignaturas respectivas y, con ello, se puedan trabajar las CT en mayor número de asignaturas, con independencia de si actúan o no como puntos de control.

Esta experiencia se ha llevado también a cabo, de forma simultánea, en todas las escuelas de la UPV, de forma coordinada con el ICE, quienes se han ocupado de organizar reuniones, hacer un seguimiento del proceso y de establecer las directrices para las fichas de buenas prácticas. También se han encargado de la coordinación con los servicios de biblioteca de la UPV para una futura publicación de las fichas.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] BOUPV. UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. *Propuesta de acuerdo relativa a la ordenación e integración de las Competencias transversales en los títulos oficiales de la Universitat Politècnica de València*. BOUPV Núm 119/2022. <<https://www.upv.es/entidades/SG/infoweb/sg/info/U0917752.pdf>>
- [2] UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA. *Guía para la actualización de las competencias transversales de la UPV*. <<https://www.upv.es/entidades/vecal/proyecto-de-actualizacion-de-competencias-transversales/>>
- [3] ARGENTE, E., GOMEZ, M.E., HERNADEZ-ORALLO, J., VENDRELL, E., BOZA, A., ESTEVE, M., SERRANO-COBOS, J., PELECHANO, V., y TERRASA, S. (2023) "Adaptación curricular de los títulos de la ETSINF a las nuevas Competencias Transversales de la UPV". En: *Jornades d'Innovació Docent JIDINF 2023*. Valencia. 104 - 115. (https://jidinf.webs.upv.es/wp-content/uploads/2024/05/Actas_JIDINF-2023-1.pdf)

ANEXO - Ejemplo Ficha de Buena Práctica



**Actividades de enseñanza-aprendizaje en
CT3: Trabajo en Equipo y Liderazgo
- Curso 2023-24 -**

0. Responsable y participantes en la BP

Nombre y apellidos, departamento y centro.

Jose Luis Pérez Gómez

Departamento Sistemas Informáticos y Computación

ETSINF

1. Título de la actividad

El título debe ajustarse a la experiencia, que sea breve e impactante.

Distribución de tareas de la asignatura GPR utilizando metodología de tableros Kanban

2. Contexto de la asignatura y metadatos

- Centro: ETSINF
- Titulación: GIINF + INF+ADE
- Asignatura: **Gestión de Proyectos**
- Tipo (troncal/optativa/libre elección): **Troncal**
- Curso: **3ro**
- Créditos: **4,5**
- Tamaño de grupo/número de estudiantes: **392**
- Resultados de aprendizaje de las CT: marca los RA que se trabajan de cada CT en la asignatura (aunque no sean de la CT3 Trabajo en Equipo y Liderazgo)

<p>CT.1. COMPROMISO SOCIAL Y MEDIOAMBIENTAL</p>	<p><input type="checkbox"/> R1.1. Valorar las consecuencias éticas de las decisiones a tomar en una situación concreta, considerando el impacto en la sociedad y la responsabilidad en la práctica profesional.</p> <p><input type="checkbox"/> R1.2. Emitir juicios informados sobre el tratamiento de la sostenibilidad y del cambio climático.</p> <p><input type="checkbox"/> R1.3. Demostrar concienciación sobre el respeto a la diversidad y a los principios de accesibilidad universal y diseño para todas las personas.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/> R1.4. Contribuir en el diseño, desarrollo y ejecución de soluciones que den respuesta a demandas sociales, teniendo en cuenta como referente los ODS.</p>
<p>CT.2. INNOVACIÓN Y CREATIVIDAD</p>	<p><input type="checkbox"/> R2.1. Identificar nuevos retos, proyectos u oportunidades de mejora en el ámbito de la disciplina alineados con tendencias y avances futuros.</p> <p><input type="checkbox"/> R2.2. Proponer soluciones creativas para responder satisfactoriamente a necesidades y problemas reales de la sociedad.</p>



	<p><input type="checkbox"/>R2.3. Evaluar, de manera crítica y constructiva, las ventajas y las oportunidades de diferentes soluciones a un mismo problema.</p> <p><input type="checkbox"/>R2.4. Demostrar una actitud emprendedora en el diseño, desarrollo y ejecución de soluciones que supongan una novedad o avance en el ámbito de la disciplina.</p>
CT.3. TRABAJO EN EQUIPO Y LIDERAZGO	<p><input checked="" type="checkbox"/>R3.1. Funcionar eficazmente en un equipo cuyos miembros juntos brinden liderazgo y creen un entorno colaborativo e inclusivo en la organización y coordinación del trabajo.</p> <p><input type="checkbox"/>R3.2. Identificar los roles y destrezas para operar en equipos multidisciplinares con diferentes perfiles profesionales.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>R3.3. Colaborar de manera proactiva en el desarrollo del trabajo, estableciendo metas y cumpliendo objetivos.</p> <p><input type="checkbox"/>R3.4. Contribuir a la búsqueda de soluciones a retos o proyectos, demostrando empatía y asertividad a la hora de compartir ideas, reflexiones y argumentos en el seno del trabajo colaborativo.</p>
CT.4. COMUNICACIÓN EFECTIVA	<p><input type="checkbox"/>R4.1. Estructurar el discurso para favorecer la comprensión de los objetivos, acciones y/o resultados de un trabajo propio.</p> <p><input type="checkbox"/>R4.2. Desarrollar textos profesionales o informes científico-técnicos según las convenciones propias de la disciplina.</p> <p><input type="checkbox"/>R4.3 Adaptar la organización de contenidos y el uso del lenguaje, verbal y no verbal, para argumentar en diversas situaciones y/o ante diversas audiencias.</p> <p><input type="checkbox"/>R4.4. Demostrar destreza en la comunicación digital utilizando medios de apoyo variados y adaptados a la situación y a la audiencia.</p>
CT.5. RESPONSABILIDAD Y TOMA DE DECISIONES	<p><input type="checkbox"/>R5.1. Resolver problemas complejos, de manera autónoma, en el ámbito de la disciplina.</p> <p><input type="checkbox"/>R5.2. Extraer conclusiones de los trabajos e investigaciones prácticas o experimentales realizadas de manera autónoma.</p> <p><input checked="" type="checkbox"/>R5.3. Demostrar iniciativa para organizar el trabajo propio, gestionando el esfuerzo y el tiempo dedicado a alcanzar los objetivos y metas propuestas.</p> <p><input type="checkbox"/>R5.4. Aplicar de manera efectiva técnicas relacionadas con la búsqueda bibliográfica y el uso de fuentes de datos fiables u otros sistemas de información.</p>

3. Resultados de aprendizaje

De entre los RA de la asignatura (antes marcados) Indica cuáles se trabajan con esta actividad. Considera también los “Resultados” de esta actividad que aparecen en la Guía Docente de la asignatura pero que están asociados a competencias transversales.

R31, R33 y R34

4. Descripción de la actividad

Describe el **desarrollo de la actividad** paso a paso (desde el inicio hasta el final), incluyendo las dinámicas que sirven de soporte (tanto dentro como fuera del aula), recursos necesarios, etc.

La actividad descrita, más que una actividad en sí, representa una metodología de trabajo en equipo, basada en tableros Kanban, y que tiene como objetivo favorecer el trabajo eficiente colaborativo utilizando una herramienta online (**Trello.com**) que permite planificar tareas y compartir documentos. Los estudiantes trabajarán en grupo, y utilizarán esta herramienta para organizar todo el trabajo relacionado con la gestión de un proyecto, que se realizará durante todo el curso, tanto en las sesiones de TS, como en las de PL. El resultado final será la documentación completa del proyecto utilizando la Norma Técnica CCII-N2016-02.

Los equipos serán de 4 integrantes (se forman alrededor de 90 equipos) abordando la Gestión de un proyecto de desarrollo en el ámbito del Software. Los componentes de los equipos son elegidos por los propios alumnos, pero deben ser estudiantes del mismo grupo de laboratorio. Cada equipo elige el proyecto que desarrollará, es decir, el producto software a obtener. Cada equipo creará un tablero con Trello y dará acceso al profesor para que pueda evaluar su utilización.

En cada sesión de TS y PL se proponen una serie de actividades a realizar, en relación a la aplicación de las diferentes materias de la gestión de proyectos, a proyecto propio a desarrollar. La metodología propuesta propone a los alumnos modelar estas actividades como tarjetas del tablero Kanban. La creación de las tarjetas se realizará antes de finalizar la sesión correspondiente, con el fin de repartir adecuadamente las tareas y responsabilidades entre los diferentes miembros del equipo. Es posible que una misma actividad pueda descomponerse en diferentes tareas o tarjetas Trello, si su complejidad así lo requiere (p.e. Elaborar los requisitos, o prototipos del Producto Software).

El objetivo, en el contexto de CT-3, es conseguir una adecuada participación de todos los miembros del equipo, y que sean capaces de organizar y planificar todas las tareas a realizar para obtener la documentación del Proyecto.

5. Proceso de evaluación

Además de explicar cómo se desarrolla la evaluación y en qué momentos, es importante exponer los **criterios de evaluación**, que son los **indicadores de logro** de la adquisición de los distintos resultados de aprendizaje de las CT. Asimismo, y de cara a valoración de los mismos, se expondrán los correspondientes **instrumentos de evaluación**: listas de control, rúbricas, etc.

La evaluación de la competencia será realizada por los profesores de Laboratorio en relación a los contenidos del tablero correspondiente a cada equipo.

Se realizarán 4 entregas para completar la documentación del proyecto, las cuales constituyen el 60% de la nota de la asignatura. Estas 4 entregas se distribuyen en dos bloques:

Entrega Bloque 1: Entrega Proyecto Sem1 + Entrega Proyecto Lab1 (entrega 19-abril)

Entrega Bloque 2: Entrega Proyecto Sem2 + Entrega Proyecto Lab2 (entrega 9-Junio)

A través de las tarjetas, introducidas en el tablero Trello de cada equipo, se pueden valorar los siguientes aspectos:

- **Complejidad del trabajo planificado:** se evalúa si se ha planificado todo el trabajo a realizar.
- **Número de tareas adecuadas:** se evalúa si las tareas se han descompuesto con una granularidad media. No hay tareas muy grandes, ni muy pequeñas.
- **Reparto equitativo del trabajo realizado:** se evalúa si las tareas propuestas se han repartido de forma equitativa entre los diferentes miembros del equipo.
- **Actividad individual:** se valorará el grado de participación del alumno a través del tablero Trello.

La evaluación, tal y como se plantea, se realizará durante todo el cuatrimestre, mediante un control semanal, en el que se proporcionará el adecuado feedback al alumno a cerca de la utilización de las herramientas propuestas. La nota final obtenida en la CT-3 correspondiente a cada bloque se le proporcionará al alumno cuando se evalúe el bloque correspondiente.

6. Valoración

Destaca aspectos relevantes de la actividad, sus principales aportaciones, dificultades o limitaciones, proyección de futuro y/o cualquier otra observación/recomendación de interés.

El trabajo basado en la realización de un proyecto propio con evaluación continua mantiene a los estudiantes comprometidos con la asignatura. La mayor dificultad reside en la evaluación continua y el seguimiento del funcionamiento de los equipos. En nuestro caso llegan a ser 90 equipos de 4 personas.

Sin embargo, que las herramientas propuestas para el trabajo colaborativo facilitan el desarrollo de la competencia y la evaluación de la misma. El hecho de que las tarjetas de tareas se asocien a cada miembro del equipo crea un sentido de responsabilidad individual dentro del mismo, a la vez que le hace sentirse partícipe dentro del equipo de trabajo.

Gracias a que el material de teoría lo tenemos en videos podemos dedicar gran parte de las sesiones (tanto en teoría como prácticas) a que los estudiantes trabajan en su proyecto. El profesor de Laboratorio en cada sesión debe supervisar el trabajo de los equipos, apoyarlos en la aplicación de la metodología, comentar puntualmente aspectos teóricos o dudas generales.

7. Transferibilidad (OPTATIVO)

Describe cómo se podría realizar la transferencia de esta actividad a otras asignaturas de la misma u otra titulación/curso/tamaño de grupo, etc.

El enfoque proporcionado en la asignatura es válido para la gestión de cualquier tipo de actividades a realizar en común y en particular para la gestión de todo tipo de proyectos. Permite organizar y distribuir el trabajo entre los diferentes miembros de un equipo de trabajo. En nuestro caso, casi toda la asignatura está dedicada al proyecto, incluso los estudiantes trabajan en clases (teoría y prácticas en su proyecto, no hay gran diferencia en el tipo de sesión).

Independientemente de los contenidos de la asignatura, cualquier trabajo en equipo puede organizarse y estructurarse utilizando la herramienta basada en tableros de tareas, de forma que todos los entregables queden reflejados como actividades. Los contenidos teóricos se practican en el proyecto y se van consolidando con los videos y tests proporcionados.

De SWGraphs a la programación en Python: un nuevo enfoque de teoría de grafos en el Grado en Ciencia de Datos

Carlos Andreu-Villarraig¹, Víctor Manuel Ortiz Sotomayor²

¹Instituto de Matemática Multidisciplinar, Universitat Politècnica de València caranvil@upv.es,

²Departamento de Matemática Aplicada, Universitat Politècnica de València vsotomayor@mat.upv.es,

RESUMEN

Actualmente, las prácticas de la asignatura de Matemática Discreta en los Grados de Ingeniería Informática y Ciencia de Datos de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática se centran en la teoría de grafos y su aplicación a problemas reales. Hasta ahora, la resolución de los problemas de grandes dimensiones se ha realizado mediante SWGraphs, una interfaz gráfica desarrollada en Java que permite la construcción de grafos y la ejecución de múltiples algoritmos. Sin embargo, debido a ciertas limitaciones del software y a la necesidad de que los alumnos desarrollen sus propias soluciones mediante la programación, en el curso 2023-2024 se decidió dar el salto a la programación en Python de forma experimental en el Grado en Ciencia de Datos. La sencillez del lenguaje y la variedad de entornos de programación existentes, su demanda en la industria y algunas librerías de grafos como *networkx* motivaron esta elección. En este nuevo enfoque, cada práctica incluye un cuaderno del entorno Jupyter con dos secciones: una con ejemplos resueltos de la práctica y los comandos clave, y otra con ejercicios a resolver por el alumno tras la explicación teórica. La experiencia mostró que los alumnos mejoraron sus habilidades de programación en Python y su capacidad para resolver y subsanar sus errores de código. Las dificultades con los cuadernos Jupyter y con los entornos de programación fueron excepcionales y fáciles de solucionar. Además, el uso de Python permitiría desarrollar nuevos proyectos docentes con mayor flexibilidad en el futuro. En conclusión, la transición de las prácticas a Python ha sido positiva para el alumnado y se pretende mantener en el Grado en Ciencia de Datos en los próximos cursos.

1. INTRODUCCIÓN

El sector de la ciencia de datos o *data science* ha experimentado un crecimiento exponencial sin precedentes en los últimos años. La creciente digitalización de las empresas en muchos sectores de la economía (finanzas, telecomunicaciones, etc.) ha permitido la acumulación de grandes cantidades de datos que contienen información crucial acerca de las preferencias de los consumidores y los patrones de mercado. Esto permite a las organizaciones tomar decisiones informadas, optimizar sus estrategias

comerciales, mejorar la eficiencia de sus procesos y anticiparse a las demandas del mercado. Por ello, la capacidad de preprocesar y analizar datos para extraer de ellos la información es una de las habilidades profesionales más valiosas y demandadas en el sector empresarial. En los últimos años, las ofertas de empleo de perfiles como *data scientist*, arquitecto o ingeniero de *big data*, han experimentado un incremento sustancial, y se prevé que seguirá en crecimiento. Y en particular, son especialmente demandados aquellos perfiles con conocimientos en matemáticas y estadística [1,2].

Dentro del ámbito de la ciencia de datos, uno de los lenguajes de programación más extendidos ha sido sin duda Python. Este lenguaje es altamente demandado-gracias a su simplicidad y accesibilidad, lo que lo convierte en un lenguaje ideal para principiantes y expertos por igual. Según el índice TIOBE [3] de popularidad de lenguajes de programación, Python ha mantenido consistentemente los primeros puestos, superando a lenguajes como Java y C++ en múltiples ocasiones. De hecho, un informe de *Stack Overflow Developer Survey* muestra que Python es uno de los lenguajes favoritos entre los desarrolladores y científicos de datos, gracias a su facilidad de aprendizaje y su versatilidad en diversas aplicaciones (véase la Figura 1). Al ser un lenguaje abierto, su desarrollo se fundamenta en colecciones de funciones denominadas paquetes o *libraries* especializadas creadas por los desarrolladores, y que se centran en aplicaciones concretas. Como ejemplo, algunos paquetes orientados a la ciencia de datos como Pandas y Scikit-Learn, incluyen funciones que facilitan el análisis, manipulación y visualización de datos, permitiendo a los profesionales centrarse en resolver problemas en lugar de lidiar con la complejidad sintáctica. Otra gran ventaja es que la activa comunidad de Python en foros de Internet proporciona al desarrollador un amplio soporte técnico, recursos y soluciones rápidas, lo que refuerza su popularidad. Además, Python se integra fácilmente con herramientas y entornos empresariales, lo que lo posiciona como el estándar en la industria para proyectos de análisis predictivo, *machine learning* y *big data*.

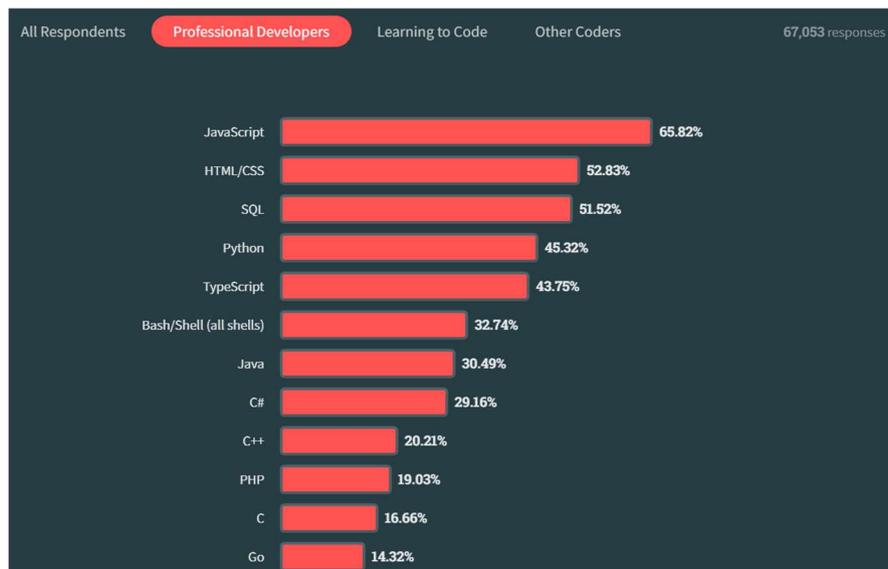


Figura 1: Ranking de los principales lenguajes de programación más discutidos por los desarrolladores profesionales en el foro Stack Overflow. Fuente: <https://survey.stackoverflow.co/2023/#most-popular-technologies-language>

Actualmente, las prácticas de la asignatura de Matemática Discreta dentro del primer curso del Grado de Ciencia de Datos se centran en la teoría de grafos y su aplicación a problemas reales. La teoría de grafos es una rama de las matemáticas que ha demostrado ser de gran utilidad para resolver una enorme variedad de problemas del mundo real. El objetivo de las prácticas es que los alumnos sean capaces de modelar y resolver problemas reales complejos en múltiples áreas profesionales (informática, logística, biología, o sociología, entre otras) empleando los conceptos y algoritmos de la teoría de grafos. Hasta el momento, la resolución de problemas se realizaba con SWGraphs, una interfaz gráfica desarrollada en Java que facilita la creación de grafos y la ejecución de diversos algoritmos. No obstante, al tratarse de un software desarrollado en un Trabajo Fin de Grado (TFG) por un estudiante del Grado en Ingeniería Informática, el software presenta algunas limitaciones, ya que no se ha seguido actualizando ni desarrollando desde entonces. En este contexto, otras experiencias docentes que han renovado las prácticas con entornos y lenguajes modernos han obtenido un *feedback* muy positivo por parte del alumnado [4-6]. Por estas razones, y también motivados por la idea de que los estudiantes creen sus propias soluciones mediante programación, se optó por hacer la transición a Python en el curso 2023-2024.

En este trabajo presentamos la transición de las prácticas de SWGraphs a Python en la asignatura de Matemática Discreta, el diseño de las nuevas prácticas y la nueva metodología de las prácticas en la sección **INNOVACIÓN DOCENTE**. Posteriormente, en la sección **EXPERIENCIA EN EL AULA**, expondremos las observaciones y resultados cualitativos del primer curso en el que se ha implementado el cambio de las prácticas. Finalmente, en la sección **CONCLUSIONES** mencionaremos las principales reflexiones de esta iniciativa docente.

2. INNOVACIÓN DOCENTE

La asignatura Matemática Discreta del Grado de Ciencia de Datos (código 14000) es una asignatura de Formación Básica, de 6 créditos ECTS y que se imparte durante el primer semestre del primer curso del grado. En la parte teórica de la asignatura (4,5 créditos ECTS), se imparte lógica, teoría de conjuntos, relaciones, divisibilidad, álgebra de Boole y combinatoria, mientras que en la parte de prácticas de laboratorio (1,5 créditos ECTS), se imparte teoría de grafos. La impartición de las prácticas se realiza en 9 sesiones, y en la sesión 10 se realiza el examen final de prácticas. El contenido de las sesiones se muestra en la Tabla 1.

Sesión (1,5h)	Contenido
1	Conceptos básicos
2	Introducción a Python
3	Grados

4	Accesibilidad
5	Subgrafos y conexión
6	Árboles y algoritmo de Kruskal
7	Algoritmos de búsqueda
8	Camino de peso mínimo. Algoritmo de Dijkstra
9	Redes sociales
10	Examen final

Tabla 1: Sesiones de prácticas de la asignatura Matemática Discreta del Grado en Ciencia de Datos y su contenido.

El objetivo es que, a lo largo de las prácticas, los alumnos aprendan los conceptos básicos de teoría de grafos y una serie de algoritmos para resolver diferentes problemas, tanto teóricos como de modelización de problemas reales. En el examen final de prácticas, el cual representa un 20% de la nota final de la asignatura, a los alumnos se les evalúa tanto de la parte teórica (con un peso del 70%) como de la parte práctica (con un peso del 30%) de resolución de problemas.

La duración de cada sesión de prácticas se fija en 1 hora y 30 minutos, y consta de dos partes: en la primera, se explican brevemente los conceptos de teoría de grafos necesarios para dicha sesión y, en la segunda, se deja tiempo a los alumnos para realizar una serie de ejercicios teóricos (que se resuelven a mano) y prácticos (que se resuelven con el software propuesto).

Para readaptar las prácticas introduciendo el lenguaje Python, se decidió optar por diseñar las prácticas de grafos en el entorno de programación Jupyter Notebook. El proyecto Jupyter es un entorno de programación abierto y basado en web que permite desarrollar la programación en múltiples lenguajes en archivos denominados “cuadernos” o *notebooks* (archivos con extensión *.ipynb*). Un *notebook* de Jupyter permite crear celdas de texto y celdas de programación por separado, de modo que, a medida que el alumno desarrolla el código, puede ir incorporando notas de texto explicativas. Además, al ejecutar los fragmentos de código, los resultados de la ejecución del programa quedan embebidas en el propio *notebook*, generando de este modo una salida completamente integrada. Para la ejecución de los archivos Python, recomendamos a los alumnos emplear Anaconda, una distribución de código abierto que facilita el desarrollo y gestión de proyectos en Python y R, especialmente en áreas de ciencia de datos, análisis de datos, inteligencia artificial y *machine learning*. Proporciona una colección de herramientas, entre las cuales se encuentra Jupyter, y paquetes de Python ya preinstalados, lo cual ahorra mucho tiempo en la configuración del entorno y ayuda a evitar conflictos entre las versiones de los paquetes en Python.

Se diseñaron 8 *notebooks* de Jupyter programados en Python, uno para cada una de las sesiones de prácticas a excepción de la primera sesión (titulada *Conceptos generales de grafos*), la cual es puramente teórica. Cada uno de los *notebooks* consta de dos secciones:

1. Una primera sección en la que se muestran en diferentes celdas los principales comandos y funciones de Python relacionados con el tema de esa práctica, acompañados de una breve explicación sobre el código. En esta sección, el alumno simplemente va ejecutando cada una de las celdas del archivo, y viendo el funcionamiento del código ya programado.
2. Una segunda sección de ejercicios, en la que el alumno debe modelizar diferentes ejercicios propuestos y programar la solución empleando y adaptando el código explicado en la primera sección. El objetivo de esta parte es que el alumno aprenda a programar sus propias soluciones en Python.

En la Figura 2 se muestra un ejemplo de la estructura de un *notebook* de prácticas.

Práctica 5. Subgrafos y conexión

1. Subgrafos

Dado un grafo G , crear subgrafos de él inducidos por vértices o aristas en Python es muy sencillo. Basta con introducir los vértices o aristas que queremos entre los corchetes de una de las siguientes funciones, respectivamente: `G.subgraph([])` o `G.edge_subgraph([])`. Veamos algunos ejemplos.

```
import networkx as nx

G=nx.random_regular_graph(3,10)
posicion=nx.circular_layout(G)

nx.draw(G, pos=posicion, with_labels=True, font_color="white", node_size=500)
```

```
S1=G.subgraph([0,2,3,5,8])

nx.draw(G, pos=posicion, with_labels=True, font_color="white", node_size=500)
nx.draw(S1, pos=posicion, with_labels=True, font_color="white", node_size=500,
node_color = "red", edge_color = "red", width=3);
```

Figura 2: Ejemplo de un *notebook* de prácticas.

En este punto es importante mencionar que el objetivo principal de estas nuevas prácticas es que el alumno aprenda a resolver problemas relacionados con grafos y promover a su vez un acercamiento al lenguaje Python a lo largo del semestre. Al cursarse en el primer semestre del primer curso, no se requiere experiencia previa en programación en Python. Por ello, en estas prácticas:

- Se explican algunos conceptos básicos de programación que también se imparten en otras asignaturas de primer curso paralelamente: declarar variables, distinguir sus diferentes tipos, llamar a las funciones o importar paquetes.
- No se entra en detalle en otros aspectos más avanzados: programar con condicionales *if*, bucles *for*, *while*, o definir funciones. Estos aspectos quedan fuera del objetivo de la asignatura.

La mayor parte de las instrucciones de Python se implementan mediante funciones del paquete *networkx* de Python. Este paquete está completamente orientado a la teoría de grafos y contiene una gran cantidad de funciones y métodos que permiten desarrollar en

Python los conceptos vistos en las sesiones: crear grafos, obtener sus propiedades, visualizarlos, ejecutar algoritmos sobre ellos, etc. Para el trabajo con algunos objetos matemáticos (por ejemplo, matrices), también hemos recurrido a las funciones del paquete *numpy*. Algunos conceptos teóricos concretos que no se encontraban implementados en *networkx* han sido programados por el profesor en el propio *notebook*, de tal modo que los alumnos no dediquen tiempo a programarlos ellos mismos.

Existen varias librerías en Python para trabajar con grafos, como *igraph*, *graph-tool* o *SNAP* [7,8], las cuales están optimizadas para eficiencia y permiten manejar grandes volúmenes de datos con rapidez. Por ejemplo, *igraph* es muy eficiente en operaciones sobre grafos grandes y ofrece funciones avanzadas de análisis, mientras que *graph-tool* está escrita en C++ y es una de las más rápidas. Sin embargo, creemos que *networkx* es la opción idónea para fines educativos y prototipado rápido gracias a su sintaxis clara, su amplia documentación y su integración natural con otras librerías del ecosistema Python, como *matplotlib*, *numpy* o *pandas*. Su enfoque en la legibilidad y flexibilidad lo hace especialmente adecuado para cursos de teoría de grafos, algoritmos o aplicaciones en ciencias de datos, donde la facilidad de uso y la comprensión del código son prioritarias frente al rendimiento [9].

3. EXPERIENCIA EN EL AULA

Las sesiones de prácticas de esta iniciativa docente se impartieron en los cuatro grupos de prácticas (de entre 20 y 30 alumnos) del Grado en Ciencia de Datos durante el primer semestre del curso universitario 2023-2024 (de septiembre a diciembre). Tras su finalización, los resultados que hemos observado en la experiencia del aula han sido los siguientes:

- La experiencia con el entorno de programación Jupyter y por la distribución Anaconda por parte de los alumnos que lo emplearon no generó problemas de instalación, y permitió que los alumnos pudieran desarrollar las prácticas de programación en sus propios ordenadores personales (tanto en sistemas operativos MAC como Windows). Algunos de los alumnos prefirieron emplear Visual Studio Code como entorno de programación, ya que es un entorno multilenguaje que se emplea en otras prácticas. En este caso, los alumnos se configuraron ellos mismos el entorno de programación en su ordenador. Esto pone de manifiesto las múltiples posibilidades de entornos que ofrece la programación en Python.
- La resolución de los ejercicios de programación por parte de los alumnos se desarrolló con normalidad en todas las prácticas. No se detectaron fallos en las plantillas diseñadas por el profesor. La mayor parte de las dudas se dieron en las primeras sesiones, ya que los alumnos aún no se encontraban familiarizados en general con Python en las primeras semanas del curso, y cometían errores de programación en la declaración de variables o al llamar a las funciones. En

las prácticas posteriores, se comenzó a ver cómo los alumnos iban mejorando progresivamente, y las dudas se redujeron.

- La transición a Python dio la posibilidad de ofrecer retos complementarios adaptados al nivel de programación del alumno. A aquellos alumnos que mostraron un mayor interés en mejorar sus habilidades de programación en Python se les propuso realizar retos adicionales, como programar algunos de los algoritmos vistos en el curso. Con ello, se pretendió incentivar el aprendizaje activo, fomentar la autonomía en el desarrollo de sus habilidades de programación e interiorizar de forma práctica los conceptos vistos en la teoría. Este enfoque también contribuyó a crear un ambiente de motivación y autosuperación, donde cada alumno podía progresar a su propio ritmo.
- En la parte práctica del examen final, se les permitió consultar el código que habían desarrollado durante las prácticas, ya que lo que interesaba evaluar en esta asignatura es el conocimiento que tiene el alumno para modelizar y resolver el problema con las herramientas que proporciona la teoría de grafos. Este enfoque se fundamenta en que, en la vida real, el proceso de resolución de problemas no se basa únicamente en recordar sintaxis o detalles específicos de un lenguaje de programación, sino en la capacidad de entender el problema y diseñar una solución eficaz. Permitir a los alumnos consultar su propio código desarrollado durante las prácticas les brindó una experiencia más auténtica y alineada con la realidad profesional, donde el acceso a referencias y documentación es muy común. La experiencia transmitida por los alumnos en el examen fue no solo de mayor comodidad, sino que también les permitió afrontar con mayor flexibilidad los problemas planteados.

Con todo ello, los resultados de los alumnos fueron altamente satisfactorios, tanto en términos de comprensión de la teoría de grafos como en la aplicación de Python para la resolución de problemas complejos. La combinación de prácticas estructuradas, retos adicionales y un enfoque de evaluación centrado en la comprensión conceptual favoreció que los estudiantes no solo adquirieran competencias técnicas, sino que también desarrollaran habilidades analíticas y de modelización de problemas. A nivel general, se observó un notable progreso en la autonomía y confianza de los estudiantes para abordar problemas relacionados con grafos, aplicando sus propias estrategias y razonamiento. La flexibilidad del entorno Python y su compatibilidad con distintas plataformas permitió una experiencia de aprendizaje accesible y libre de problemas técnicos significativos, lo cual contribuyó al éxito de la implementación de este proyecto piloto.

CONCLUSIONES

En este artículo exponemos una iniciativa docente orientado a integrar Python en la enseñanza de la asignatura de Matemática Discreta para el Grado en Ciencia de Datos, específicamente en el aprendizaje de teoría de grafos. La implementación de las prácticas en Jupyter Notebook permitió a los estudiantes trabajar en un entorno interactivo y

visualmente integrado que facilitó el aprendizaje progresivo de conceptos complejos, apoyado por el uso de funciones de los paquetes *networkx* y *numpy*. Además, el uso de Python proporcionó la flexibilidad para realizar retos adicionales, permitiendo que los alumnos más interesados consolidaran su conocimiento con problemas más avanzados. Esto fomentó un ambiente de motivación y autoaprendizaje que impulsó el desarrollo de competencias autónomas en programación y modelización.

En conclusión, el proyecto piloto ha resultado ser una metodología efectiva para la enseñanza de conceptos complejos mediante Python, logrando que los estudiantes logren una mayor comprensión de los temas, una autonomía creciente y habilidades prácticas valiosas para su futuro en el sector de la ciencia de datos. Estos resultados refuerzan el valor de integrar herramientas tecnológicas y enfoques prácticos en la educación superior. Para futuros cursos, sería interesante incluir varios retos de programación dentro de la evaluación de la asignatura para valorar de manera más directa las habilidades prácticas de resolución de problemas en grafos usando Python, ya que hemos observado que los retos son una actividad que suscita un gran interés en los alumnos. Asimismo, se podría realizar un estudio comparativo entre grupos que empleen SWGraphs y Python para valorar ambas tecnologías desde la perspectiva del alumno.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. BBVA. (2023, 15 marzo). 'Big data': La demanda de talento experto sigue creciendo. BBVA. <https://www.bbva.com/es/innovacion/big-data-la-demanda-de-talento-experto-sigue-creciendo/>
2. Belloum, A. S., Koulouzis, S., Wiktorski, T., & Manieri, A. (2019). Bridging the demand and the offer in data science. *Concurrency and Computation: Practice and Experience*, 31(17), e5200.
3. TIOBE. (2024). TIOBE Index for October 2024. TIOBE Software. Recuperado de <https://www.tiobe.com/tiobe-index/>
4. Iturbide, J. A. V., Velasco, M. P., Díaz, S. C., & Palacios-Alonso, D. (2023). Mejora de una asignatura para la formación del profesorado en programación basada en bloques. *Actas de las Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática (JENUi)*, (8), 269-276.
5. Jiménez-Toledo, J. A., Collazos, C., & Revelo-Sánchez, O. (2019). Consideraciones en los procesos de enseñanza-aprendizaje para un primer curso de programación de computadores: una revisión sistemática de la literatura. *TecnoLógicas*, 22(SPE), 82-116.
6. Spieler, B., Schindler, C., Slany, W., & Mashkina, O. (2018). App creation in schools for different curricula subjects-lesson learned. *arXiv preprint arXiv:1805.04465*.

7. Peixoto, T. P. (2017). The graph-tool python library. (*No Title*).
8. Frąszczak, D., & Frąszczak, E. (2024). NetCenLib: A comprehensive python library for network centrality analysis and evaluation. *SoftwareX*, 26, 101699.
9. Al-Taie, M. Z., & Kadry, S. (2017). *Python for graph and network analysis* (pp. 1-184). Cham: Springer International Publishing.

Utilización de catapultas para el aprendizaje de capacidad de procesos

Oscar Trull-Dominguez¹ Juan Carlos García-Díaz¹, Angel Peiro-Signes², César Gómez-Palacios¹

¹Departamento de Estadística e Investigación Operativa, Universitat Politècnica de València (SPAIN), otrull@eio.upv.es, juagardi@eio.upv.es, cegopa@eio.upv.es ,

²Departamento de Organización de Empresas, Universitat Politècnica de València (SPAIN), anpeisig@omp.upv.es

RESUMEN

Este artículo presenta una actividad experiencial que utiliza catapultas para enseñar conceptos complejos de calidad de manera sencilla y motivadora. Esta actividad permite a los estudiantes comprender y aplicar conceptos estadísticos y de calidad en un entorno práctico y lúdico. El enfoque se centra en la capacidad de procesos, donde los estudiantes realizan lanzamientos para medir el alcance. Utilizando estos datos, calculan la capacidad del proceso y analizan su rendimiento, lo que les ayuda a internalizar el concepto de capacidad de procesos de una manera significativa y motivadora. Con ella realizan una guerra simulada contra otros compañeros.

Los resultados de la primera aplicación de la actividad muestran una mejora significativa en la capacidad de los estudiantes para relacionar el trabajo realizado con los conceptos de calidad y su aplicación práctica. Además, las encuestas realizadas valoran muy positivamente la actividad, destacando su efectividad para comprender y aplicar conceptos estadísticos y de calidad en un entorno práctico y lúdico.

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza tradicional sigue una secuencia de transmisión de conocimientos del profesor al estudiante, donde el profesor presenta conceptos y procedimientos que el estudiante debe practicar. Esta metodología es válida en ciertos contextos, pero la enseñanza de conceptos complejos como son Calidad y otros asociados requiere una implicación especial del profesor. Si los conceptos de calidad son complejos para el personal con experiencia, son aún más difíciles para los estudiantes sin experiencia.

Estudios recientes indican que el proceso de enseñanza-aprendizaje debe centrarse en el estudiante, sugiriendo un cambio de perspectiva. Se argumenta que entender la aplicabilidad y el conocimiento procedimental primero a través de una Actividad de Aprendizaje Experiencial (ELA) [1] es mejor para el estudiante al tratar con el conocimiento conceptual relacionado con la estadística [2], [3], [4]. Con este enfoque, el instructor evalúa constantemente las necesidades del estudiante y los guía hacia el aprendizaje. Sin embargo, cambiar a esta metodología no es inmediato y los profesores

deben buscar herramientas y técnicas que faciliten la tarea. En este sentido, las ELAs son una poderosa herramienta de aprendizaje.

El artículo se centra en la enseñanza del concepto de capacidad de procesos a través de una actividad de aprendizaje experiencial utilizando catapultas. Este enfoque innovador permite a los estudiantes comprender y aplicar conceptos estadísticos y de calidad en un entorno práctico y lúdico. A lo largo de la actividad, los estudiantes ensamblan catapultas y realizan lanzamientos para medir el alcance, utilizando estos datos para calcular la capacidad del proceso y analizar su rendimiento.

La actividad está diseñada para ser altamente interactiva y motivadora, fomentando el aprendizaje deductivo y la aplicabilidad de los conceptos en diferentes situaciones. Además, se enfatiza la escalabilidad de los problemas prácticos y la importancia de la motivación en el proceso de aprendizaje. En resumen, el artículo presenta una metodología que combina teoría y práctica de manera efectiva para enseñar un concepto complejo de una manera accesible y atractiva para los estudiantes.

2. METODOLOGIA

Para desarrollar una Actividad de Aprendizaje Experiencial (ELA), LaForge y Busing [5] proponen cuatro fases: planificación, introducción, desarrollo de la actividad y resumen. En la fase de planificación, el profesor debe diseñar una actividad que se asemeje lo más posible a una situación industrial real, considerando el conocimiento previo de los estudiantes y los objetivos de aprendizaje [6]. Esta es la fase más compleja, ya que la actividad debe permitir a los estudiantes reflexionar sobre sus decisiones y aplicar el conocimiento adquirido, lo cual es esencial para la motivación y el aprendizaje significativo.

2.1. Concepto de Capacidad estadística

El concepto de aprendizaje de la actividad es la capacidad estadística de procesos. La capacidad se define como una medida que evalúa el nivel de cumplimiento de las especificaciones por parte de un proceso. Su cálculo consiste en comparar la variabilidad natural del proceso (σ) contra los límites de especificación o tolerancias (LSE y LIE), obteniendo un indicador denominado $Cp = \frac{|LSE-LIE|}{6\sigma}$, así como su desviación respecto de un objetivo mediante el indicador Cpk .

Se requiere que los alumnos tengan conocimientos previos de cálculo de variabilidad estadística, y que sepan que son procesos y límites de especificación.

En la actividad, el concepto de Capacidad se aplicará al alcance de las catapultas en el lanzamiento de bolas de espuma. Disponen de catapultas semejantes, con diferentes elementos a ser lanzados y gomas elásticas. Los alumnos, determinarán la variabilidad natural de su catapulta, y la comparan con las especificaciones que les indica el profesor. Posteriormente, utilizan las catapultas para realizar un combate entre ellos, y mediante un número limitado de lanzamientos, deben determinar la distancia de lanzamiento.

2.2. Consideraciones de la actividad

Durante la introducción, el profesor explica los fundamentos de la experiencia, los objetivos, la organización, los recursos y las reglas a seguir. En la fase de desarrollo, los estudiantes deben estar relajados y motivados para asegurar su inmersión en la actividad. El profesor debe mantener el enfoque de los estudiantes en la tarea y observar los aspectos transversales asociados con el ejercicio, como el trabajo en equipo y la proactividad. Finalmente, en la fase de resumen, el profesor repasa lo realizado en la actividad, destacando los aspectos importantes para debatir y recordar. Es necesario evaluar la percepción de los estudiantes sobre la actividad y el nivel de adquisición de conceptos y habilidades, además de revisar la actividad y resumir las “lecciones aprendidas” para mejorarla en futuras aplicaciones.

3. RESULTADOS

3.1. Desarrollo

Planificación: La planificación se realiza teniendo en cuenta los aspectos fundamentales sobre la distribución del tiempo, el espacio y los estudiantes. Dado que las actitudes transversales son de especial importancia, los estudiantes se organizarán en grupos. La actividad grupal permite el desarrollo de la lluvia de ideas, el trabajo en equipo y la resolución de problemas.

Uno de los aspectos principales de la experiencia es la conexión del problema con el mundo real. Esta conexión es la base para la consolidación del aprendizaje. La motivación, junto con la aplicación práctica, es parte del mecanismo que debería hacer que la actividad funcione. Ambos aspectos aseguran que la actividad se desarrolle de manera funcional y eficiente.

La introducción de la actividad consiste en narrar una historia que capte la atención de los estudiantes: se les plantea el escenario de que están a punto de realizar un asalto a un castillo enemigo. Para tener éxito en su misión, deben comprender la capacidad de su catapulta para asediar el castillo.

A través de esta narrativa, se les explica que es crucial conocer la distancia y la precisión con la que su catapulta puede lanzar proyectiles. Esta comprensión les permitirá ajustar y mejorar su estrategia de asedio, lo que a su vez les ayudará a internalizar el concepto de capacidad de procesos en un contexto práctico y emocionante. La historia sirve como un puente entre la teoría y la práctica, motivando a los estudiantes a participar activamente en la actividad y a aplicar los conceptos aprendidos de una manera significativa.

La actividad propuesta se centra en calcular la distancia a la que puede disparar una catapulta considerando la posición de los límites establecidos para el lanzamiento. Para

ello, se colocan varios objetivos a diferentes distancias y los estudiantes deben determinar la capacidad de la catapulta para alcanzar estos objetivos dentro de ciertas tolerancias.

Los estudiantes ensamblarán la catapulta y realizarán lanzamientos hacia los objetivos, registrando las distancias alcanzadas. Con estos datos, calcularán la capacidad de la catapulta para alcanzar los diferentes objetivos, teniendo en cuenta las tolerancias permitidas. Esta actividad práctica y experimental ayudará a los estudiantes a internalizar el concepto de capacidad de procesos y la importancia de las tolerancias en un contexto divertido y educativo. Además, les brindará la oportunidad de aplicar conocimientos estadísticos y de calidad en un entorno lúdico y motivador. En la Figura 1 se muestra un momento del juego.

Una vez determinada la capacidad, entra la segunda parte del juego en la que deben realizar una competición entre ellos, tumbando las tropas enemigas. De acuerdo al cálculo obtenido de capacidad, deben situar las catapultas a una distancia para lograr el objetivo.



Figura 1. Desarrollo del juego por parte de los alumnos.

Conclusión: Al concluir la actividad, se llevará a cabo una sesión de resumen y debate para evaluar el nivel de comprensión de los estudiantes. El profesor iniciará una discusión sobre la experiencia, abordando los problemas surgidos y los conceptos aprendidos. Esta es una oportunidad para que los estudiantes reflexionen sobre la actividad y expresen sus opiniones.

Para guiar el debate y evaluar la comprensión, se pueden formular preguntas como:

- ¿Qué hemos aprendido sobre la capacidad de procesos?
- ¿Cómo afecta la posición de los límites de lanzamiento a la capacidad de la catapulta?
- ¿Por qué es importante considerar las tolerancias al calcular la capacidad?
- ¿De qué manera esta actividad práctica ha ayudado a entender mejor los conceptos teóricos?
- ¿Cómo podríamos mejorar la precisión de nuestros lanzamientos?

Además, se realizará una encuesta para recopilar las percepciones de los estudiantes sobre la actividad. La encuesta incluirá preguntas sobre la claridad de las instrucciones, la utilidad de la actividad para entender los conceptos, y la satisfacción general con la experiencia de aprendizaje. Los resultados de la encuesta se utilizarán para mejorar futuras implementaciones de la actividad.

3.2. Valoraciones

Los resultados de la encuesta se muestran en la Tabla 1, y reflejan una valoración muy positiva de la actividad por parte de los estudiantes. Hay que destacar la pregunta 2. La puntuación máxima de 5 en esta pregunta indica que los estudiantes consideran que lo aprendido es completamente aplicable en un entorno industrial. Este es un resultado excelente, ya que muestra que la actividad ha logrado conectar la teoría con la práctica de manera efectiva.

Tabla 1. Resultados de la valoración de la actividad por parte de los alumnos.

Preguntas	Media
¿Te ha ayudado la actividad a comprender el concepto de capacidad estadística?	4.61
Indica el nivel de aplicabilidad en un proceso industrial	5
¿La actividad ha sido motivadora?	4.80
¿Crees que ha sido positiva la actividad para el desarrollo del trabajo en grupo?	4.16

En general, puede considerarse que la actividad es motivadora a la par que ayuda al desarrollo de los conceptos.

3.3. Valoración académica

La actividad ha demostrado ser funcional a lo largo de los años. Los alumnos deben realizar un informe de la actividad, y son evaluados al final de la asignatura mediante un examen. Las notas siguen siendo del mismo nivel. Sin embargo, tras varias entrevistas personales con los alumnos, éstos declaran tener mayor retentiva y conciencia de la aplicabilidad del concepto. Con lo que se está logrando un aprendizaje más profundo.

CONCLUSIONES

Este artículo presenta una actividad experiencial que utiliza catapultas para enseñar conceptos complejos de calidad de manera sencilla y motivadora, superando la metodología tradicional basada en explicaciones. Las Actividades de Aprendizaje

Experiencial (ELA) son una herramienta poderosa para innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Se describe el desarrollo y la evaluación de la actividad, y se analizan los resultados de su primera aplicación. Los resultados muestran una mejora significativa en la capacidad de los estudiantes para relacionar el trabajo realizado con los conceptos de calidad y su aplicación práctica. Además, las encuestas realizadas valoran muy positivamente la actividad, destacando su efectividad para comprender y aplicar conceptos estadísticos y de calidad en un entorno práctico y lúdico.

En resumen, la actividad propuesta permite a los estudiantes calcular la capacidad de la catapulta para alcanzar diferentes objetivos dentro de ciertas tolerancias, ayudándoles a internalizar el concepto de capacidad de procesos de una manera significativa y motivadora.

Aunque la actividad se ha realizado con alumnos de Máster en la Universitat Politècnica de València, es perfectamente extensible a otros niveles de educación, siempre que tengan claros los conceptos previos de tolerancia y una base estadística.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] A. Y. Kolb and D. A. Kolb, "Experiential Learning Theory as a Guide for Experiential Educators in Higher Education," *Experiential Learning & Teaching in Higher Education*, vol. 1, no. 1, pp. 7–45, 2017.
- [2] O. Trull-Domínguez, Á. Peiró-Signes, and M. Segarra-Oña, "Aprendizaje de herramientas de SPC mediante actividades experienciales y utilizando alubias," in *Book of abstracts CIVINEDU 2018: 2nd International Virtual Conference on Educational Research and Innovation*, Adaya Press, 2018, p. 129.
- [3] O. Trull-Dominguez, A. Peiro-Signes, and M. Segarra-Oña, "EXPERIENTIAL LEARNING ACTIVITY: OUTDOOR PASSAGE TO LEARN STATISTICS," in *11th annual International Conference of Education, Research and Innovation*, 2018, pp. 7374–7380. doi: 10.21125/iceri.2018.0313.
- [4] O. Trull-Dominguez, A. Peiro-Signes, and M. V. Segarra-Oña, "LEARNING STATISTICAL CAPACITY CONCEPT THROUGH AN EXPERIENTIAL LEARNING ACTIVITY," in *EDULEARN17 Conference*, Barcelon, Spain, 2017, pp. 8797–8801.
- [5] R. LaForge and M. Busing, "The use of industrial software to create experiential learning activities in operations management course," *Prod Oper Manag*, vol. 7, no. 3, pp. 325–334, 1998.
- [6] J. Wheeler and P. McLeod, "Expanding our teaching effectiveness: Understanding our responses to 'in-the-moment' classroom events," *Journal of Management Education*, 2002, Accessed: May 10, 2017. [Online]. Available: <http://journals.sagepub.com/doi/abs/10.1177/1052562902238325>

Digitalización y Virtualización en la FP: Un Proyecto Erasmus+ para la reinserción de personas mayores

Fito Alonso, María¹, Trull Domínguez, Oscar²

¹Dpto. de Formación y orientación laboral del IES El Cabanyal, Camí del Cabanyal 19, Valencia m.fitoalonso@edu.gva.es,

² Dpto. de Instalación y Mantenimiento del IES Gonzalo Anaya, C. Les Palmeres,1, Xirivella Valencia o.trulldominguez@edu.gva.es

RESUMEN

El Instituto de Educación Secundaria (IES) Gonzalo Anaya lidera el proyecto Erasmus+ KA220, enfocado en la digitalización y virtualización en la Formación Profesional (FP) para personas mayores de 45 años. Este proyecto cuenta con la colaboración de socios en Zaragoza, Oporto, Matera, Catania y Tesalónica, y tiene como objetivo principal mejorar la inclusión digital y la empleabilidad de este grupo demográfico.

Este artículo examina la experiencia del equipo de desarrollo en Xirivella, desde la adquisición del proyecto hasta la finalización. El manual está diseñado para capacitar a profesores en la enseñanza de la digitalización y virtualización a personas mayores de 45 años. El proyecto, de carácter inclusivo, se orienta a la formación en Industria 4.0 de futuros formadores.

Este estudio proporciona una visión detallada de cómo la digitalización y virtualización pueden ser implementadas eficazmente en la formación profesional para mejorar la inclusión y empleabilidad de personas mayores de 45 años.

1. INTRODUCCIÓN

En el IES Gonzalo Anaya, para el curso 2022-2023, se incorporó un curso de especialización en fabricación inteligente, diseñado específicamente para la industria 4.0. Durante la difusión del curso, observamos que el 100% del alumnado matriculado tenía más de 30 años, y aproximadamente el 33% superaba los 45 años.

Antes de iniciar los contenidos de los módulos del curso, realizamos una evaluación inicial para conocer los conocimientos básicos de los estudiantes y determinar el punto de partida adecuado. Descubrimos que los estudiantes mayores eran los más interesados en mejorar sus conocimientos en innovación tecnológica, pero también los que menos conocimientos básicos tenían sobre digitalización de datos o virtualización. Por ello, como equipo docente, comenzamos a pensar en metodologías de aprendizaje motivadoras para este grupo, especialmente para aquellos que necesitaban un esfuerzo adicional.

En este contexto, exploramos cómo abordar esta brecha y motivar a las personas a adentrarse en el mundo digital para mejorar sus conocimientos y oportunidades en la industria [1]. Concluimos que podíamos solicitar un proyecto K220 con empresas del sector, que nos apoyara en la enseñanza de la digitalización de datos a mayores de 45 años, para que pudieran aspirar a puestos en la industria 4.0.

Iniciamos el proceso definiendo objetivos claros y seleccionando estratégicamente a los socios para colaborar en el proyecto. Se estableció marzo de 2023 como fecha límite para la entrega del proyecto, con la implementación prevista para el año académico 2023-2024. A pesar de los desafíos temporales, trabajamos diligentemente para desarrollar la propuesta del proyecto en colaboración con entidades asociadas de Italia, Portugal, Grecia y España, y procedimos a su presentación oficial.

Tras un proceso de evaluación competitivo, nuestra propuesta fue seleccionada para recibir financiación. Se nos otorgó una subvención de 250.000€, destinada a un proyecto de dos años enfocado en la digitalización de la formación profesional. La culminación y entrega final del proyecto está programada para el 30 de agosto de 2025, marcando un hito significativo en nuestro compromiso con la innovación educativa y la adaptación al entorno digital.

2. OBJETIVOS DEL PROYECTO

Este proyecto tiene como meta principal mejorar significativamente la Formación Profesional (FP), enfocándose especialmente en la reinserción laboral de personas desempleadas que carecen de competencias digitales. Se pretende dotar a estos individuos de las herramientas y conocimientos necesarios para desenvolverse con éxito en la Industria 4.0, un mercado laboral cada vez más tecnificado y automatizado.

Para alcanzar este objetivo, se han establecido varios objetivos secundarios que son fundamentales para el éxito del proyecto:

El proyecto tiene varios objetivos clave. En primer lugar, busca mejorar las competencias digitales de los formadores de FP. Para ello, se implementarán programas de capacitación intensivos que no solo actualizarán sus habilidades técnicas, sino que también les proporcionarán estrategias didácticas innovadoras para transmitir estos conocimientos de manera efectiva.

Además, se desarrollarán nuevas metodologías pedagógicas inclusivas diseñadas específicamente para adultos desempleados mayores de 45 años [2],[3]. Estas metodologías estarán adaptadas a las necesidades y ritmos de aprendizaje de este grupo demográfico, con el fin de maximizar su comprensión y retención de las competencias digitales críticas [4].

El proyecto también se compromete a actualizar las habilidades y competencias digitales de los participantes. Esto incluye el conocimiento de software especializado, comprensión de la ciberseguridad, manejo de datos y análisis, así como la capacidad de trabajar con tecnologías emergentes como la inteligencia artificial y el Internet de las Cosas (IoT).

Finalmente, se contempla la creación de recursos educativos abiertos y plataformas de aprendizaje en línea que faciliten el acceso continuo a materiales de estudio y práctica.

También se fomentará la interacción y el trabajo en red entre los participantes para construir una comunidad de aprendizaje colaborativa y de apoyo mutuo.

Con este proyecto, no solo buscamos la reinserción laboral a corto plazo, sino que también aspiramos a preparar a los trabajadores para los cambios futuros en el mercado laboral, asegurando que la formación profesional se mantenga a la vanguardia de la educación técnica y tecnológica, y que están mejor preparados de lo que piensan [5].

Para lograr el objetivo principal y los objetivos secundarios del proyecto K220, es esencial establecer una serie de actividades bien definidas y estructuradas que permitan una implementación efectiva y eficiente.

Estas actividades se han diseñado para abordar de manera integral los desafíos de la digitalización y la virtualización en la Formación Profesional (FP). A continuación, se detalla un plan ampliado de las actividades propuestas:

- **Desarrollo de Actividades para Profesores:** Se creará un manual exhaustivo que servirá como guía para los profesores de FP en temas de digitalización y virtualización. Este manual incluirá no solo teoría y práctica, sino también estudios de caso, ejemplos de la vida real y ejercicios interactivos para facilitar una comprensión profunda de los conceptos. Se implementará un curso de formación robusto que proporcionará a los profesores y formadores de FP las habilidades necesarias para enseñar en un entorno digitalizado. Este curso abarcará desde fundamentos básicos hasta técnicas avanzadas, asegurando que los formadores estén preparados para guiar a los estudiantes en la era de la Industria 4.0.

Dentro del manual, se especifican cómo adaptar las formas de enseñanza actuales a personas mayores de 45 años. Tanto la formación inversa, el aprendizaje basado en proyectos, como otras.

- **Desarrollo de Actividades de generación de contenido:** Se elaborarán contenidos detallados y actualizados para un curso MOOC que se centrará en habilidades digitales y virtualización, esenciales para la empleabilidad. Los contenidos serán diseñados para ser accesibles y atractivos, con el objetivo de maximizar la participación y el aprendizaje de los estudiantes. Se realizará una programación meticulosa del MOOC, seguida de una fase de pruebas rigurosas para garantizar que la plataforma sea intuitiva, estable y segura. Se buscará la retroalimentación de los usuarios para realizar ajustes y mejoras continuas.
- **Desarrollo de actividades para la tutorización:** Se desarrollará una aplicación avanzada para la tutoría de estudiantes que utilice tecnologías de vanguardia para proporcionar una experiencia de aprendizaje personalizada. La aplicación pasará por varias rondas de pruebas para asegurar su funcionalidad y eficacia en la tutorización de estudiantes en su formación.

Se organizarán, además, eventos en cada país participante para compartir los resultados y aprendizajes del proyecto. Estos eventos serán plataformas para la colaboración internacional, el intercambio de mejores prácticas y la creación de redes entre profesionales de la educación.

Con este enfoque multifacético y estas actividades bien planificadas, el proyecto K220 está bien posicionado para alcanzar sus objetivos y establecer un nuevo estándar en la formación profesional adaptada a las demandas de la Industria 4.0.

En la Figura 1, podemos visualizar el cronograma temporal propuesto para el proyecto, incorporando las actividades indicadas:

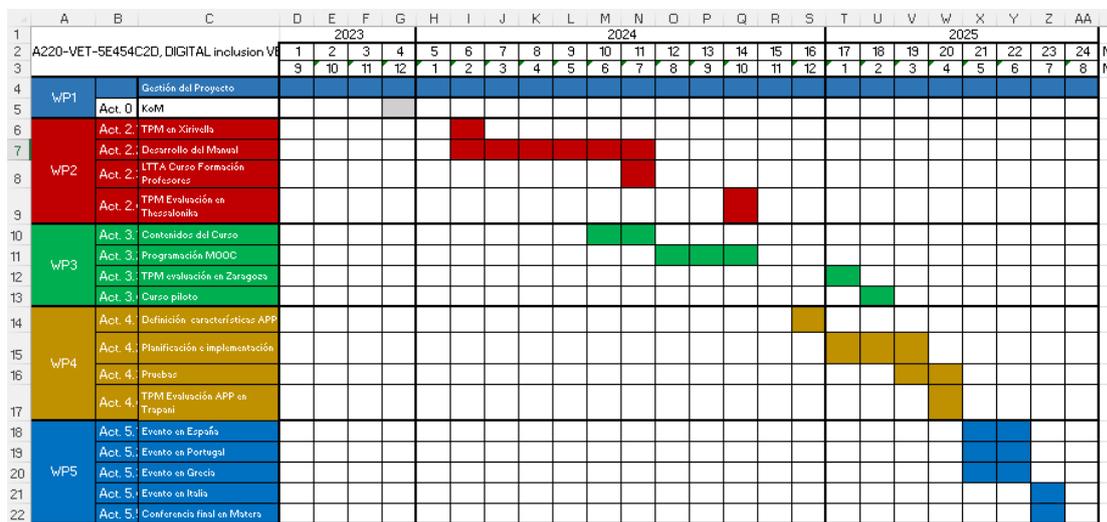


Figura 1. Gantt K220-VET-5E454C2D □ Digital Inclusion VET

La figura proporciona un gráfico tipo Gantt en el que se observa el comienzo y fin previsto del proyecto, así como la división en paquetes, o en Work Packages a lo largo del periodo de 24 meses establecidos como máxima duración del proyecto.

A su vez, los paquetes de trabajo están distribuidos u organizados en pasos más específicos y, detallados, que se deben de completar antes de comenzar con las subtareas.

Se destaca la reciente actividad ACT.2 dentro del WP2, LTTA en Porto, se trata de una formación entre formadores, donde hemos puesto en común las metodologías que consideramos óptimas para el objetivo principal del proyecto. Pero previo a este paso, se han realizado varias sesiones online de debate sobre la guía del Manual, para separar el desarrollo del libro digital.

3. RESULTADOS DEL PROYECTO K220

En la situación actual del proyecto, es relevante señalar que el Paquete de Trabajo 1 (WP1) se extiende a lo largo de todo el proyecto. En relación con el Paquete de Trabajo 2 (WP2), este se ha finalizado en Tesalónica. El manual está terminado y se ha traducido a los idiomas español, griego, italiano y portugués, además del inglés, que es el idioma de referencia del proyecto. La evaluación de este componente se realizó entre el 22 y el 25 de octubre de 2024.

Al mismo tiempo, se ha dado inicio al Paquete de Trabajo 3 (WP3). Durante los meses de junio y julio de 2024, se diseñaron las propuestas para los módulos que conformarán el MOOC, los cuales incluirán enlaces, juegos, videos y cuestionarios finales para evaluar el aprendizaje de los participantes. El contenido se ha generado y está en fase de revisión.

Al concluir el curso, se llevará a cabo una evaluación final y se otorgarán las certificaciones correspondientes.

Cada módulo del MOOC ha sido desarrollado por un socio del proyecto, y se revisa por parte de todos los restantes, de modo que puedan evitarse problemas debido a las diferencias culturales de cada país.

En las próximas etapas, se prevé que la implementación de la aplicación Virtual Tutor supondrá un avance significativo, proporcionando un recurso de apoyo esencial para los estudiantes adultos en su proceso de adquisición de competencias digitales.

Uno de los temas principales a desarrollar es el impacto del proyecto. Por ello, para el momento de esta publicación, no se ha recopilado todavía información, pero sí se han establecido una serie de indicadores con objetivos a superar:

1. Los participantes en las fases de pruebas del MOOC deben ser al menos 5 por socio, que además realizarán las actividades de prueba en la fase de la aplicación de tutorización. En total 30 participantes.
2. La difusión se organizará en cada uno de los países, donde al menos en cada país debe haber 40 participantes en la fase de lanzamiento.
3. Finalmente, se establece un objetivo de al menos 60 participantes por año en los próximos 3 años.

Otro tema importante es la sostenibilidad del proyecto. Este proyecto debe ser mejorado en los siguientes 3 años.

CONCLUSIONES

En conclusión, el proyecto ha demostrado ser un éxito rotundo en la integración de la digitalización y la virtualización en la formación profesional. Los pasos meticulosamente planificados y la colaboración estrecha con socios de confianza han resultado en la creación de un Manual innovador para profesores, la capacitación de 18 formadores especializados, y el desarrollo de un curso MOOC que aborda habilidades digitales cruciales para la empleabilidad en el mercado actual.

Es evidente que el esfuerzo conjunto ha culminado en un programa que no solo enseña a los formadores, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentar los desafíos de un mundo cada vez más digitalizado. Este proyecto no solo ha alcanzado sus objetivos, sino que ha sentado las bases para futuras iniciativas educativas en el ámbito digital. Además, pretendemos que la difusión y el intercambio de conocimientos y experiencias, ampliando el impacto del proyecto.

Para asegurar que el proyecto continúe evolucionando y manteniéndose al día con las últimas tendencias en digitalización y virtualización, se propone un Plan de reciclaje o renovación que incluiría las siguientes mejoras:

- Actualización Continua del Manual
- Expansión del MOOC: Enriquecimiento del curso MOOC existente con módulos adicionales que cubran nuevas habilidades digitales emergentes y casos de estudio actualizados.

- Mejoras en la Aplicación Virtual Tutor: Desarrollo de funcionalidades avanzadas en la aplicación, como inteligencia artificial para personalizar la tutoría y análisis de datos para mejorar la experiencia de aprendizaje.
- Talleres Interactivos: Organización de talleres más interactivos y prácticos, utilizando realidad aumentada y virtual para simular entornos de trabajo reales.
- Red de Colaboración: Creación de una red de colaboración entre instituciones educativas para compartir recursos y experiencias, fomentando una comunidad de aprendizaje más amplia.

Con estas mejoras, el proyecto no solo se mantendrá relevante, sino que también ampliará su alcance y eficacia, preparando a una mayor cantidad de profesionales para los desafíos del futuro digital.

AGRADECIMIENTOS

Los autores quieren agradecer a la Unión Europea y al SEPIE por su contribución financiando este proyecto a través del programa ERASMUS+ 2023-1-ES01-KA220-VET-000156671. Más detalles en <https://digitalinclusionvet.eu/>.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Boulton-Lewis, G. M. (2010, Feb 08). Taylor & Francis Online. Education and Learning for the Elderly: Why, How, What. *Educational Gerontology*, 36(3), 213-228. Retrieved from: <https://doi.org/10.1080/03601270903182877>
- [2] Tam, M., & Chui, E. (2015, Aug 26). Ageing and learning: What do they mean to elders themselves? *Studies in Continuing Education*, 195-212. doi: <https://doi.org/10.1080/0158037X.2015.1061492>
- [3] Bourke, J., & Bourke, D. OLDER WORKERS AND TECHNOLOGY: LEARNING OPPORTUNITY OR LEARNING BARRIER. (2010) ICERI2010 Proceedings (pp. 4095-4101). IATED.
- [4] M. Bakaev, V. P. (2008). E-learning and elder people: Barriers and benefits. *IEEE Region 8 International Conference on Computational Technologies in Electrical and Electronics Engineering* (pp. 110-113). Novosibirsk, Russia: IEEE Xplore. doi:10.1109/SIBIRCON.2008.4602586
- [5] Marquie, J., Jourdan-Boddaert, L., & Huet., N. (2002). Do Older Adults Underestimate Their Actual Computer Knowledge. *Behaviour and Information Technology*, 21, 273–280.

Metacognición en el Aula Universitaria: Un Enfoque Práctico con Ahaslides

José Luis Galdón¹, Juan José Lull²

¹Departamento de Organización de Empresas (DOE), Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022 Valencia, España, jogalsal@doe.upv.es,

² Departamento de Organización de Empresas (DOE), Universitat Politècnica de València, Camí de Vera s/n, 46022 Valencia, España, jualulno@doe.upv.es,

RESUMEN

En el contexto del Espacio Europeo de Educación Superior, la docencia debe siempre orientarse al aprendizaje de los estudiantes. En este sentido, uno de los desafíos recurrentes en la educación universitaria es el desarrollo de habilidades y competencias de aprendizaje autónomo en los estudiantes, especialmente en aquellos que inician su formación en los primeros cursos de la universidad. La metacognición, entendida como la capacidad de reflexionar sobre el propio aprendizaje y de regularlo de manera efectiva, es esencial para el desarrollo de competencias académicas en el ámbito universitario, fomentando una mayor conciencia sobre los procesos cognitivos y aportando claros beneficios tanto a los estudiantes como a los docentes. Este artículo presenta el uso de estrategias de metacognición en un entorno universitario, facilitado por la herramienta interactiva Ahaslides. En el proyecto participan más de 200 alumnos de asignaturas de fundamentos de organización de empresa, con el objetivo de promover habilidades de autorregulación y reflexión crítica en los estudiantes, permitiéndoles gestionar de forma más autónoma su proceso de aprendizaje. A través de actividades participativas, como preguntas autoevaluadas de tipo test o de tipo texto, preguntas de respuesta de texto no evaluadas o nubes de palabras, se buscó fomentar la reflexión activa y la autoevaluación de los estudiantes sobre su comprensión del contenido y sus propios procesos de aprendizaje. Este estudio apunta a que la integración de la metacognición y la tecnología puede formar parte de una estrategia efectiva en la educación universitaria, especialmente en aulas con un número elevado de estudiantes, si bien su efectividad depende de factores como el compromiso de los estudiantes y la familiaridad con este tipo de herramientas por parte de profesores y estudiantes. Los resultados sugieren que estas estrategias tienen potencial para ser implementadas en otros contextos educativos, favoreciendo un aprendizaje más activo y significativo en diversas disciplinas y niveles académicos.

1. INTRODUCCIÓN

Uno desafío relevante al que suele enfrentarse el estudiantado universitario, sobre todo durante sus primeros años, es la dificultad para conocer si se está entendiendo y dominando una determinada materia, es decir, la metacognición. La metacognición es la capacidad de reflexionar sobre los propios procesos de pensamiento y aprendizaje. Tiene dos componentes principales: el conocimiento metacognitivo y la regulación metacognitiva. El conocimiento metacognitivo implica entender las estrategias de aprendizaje, así como ser consciente de las propias fortalezas y debilidades en el ámbito cognitivo. Por otro lado, la regulación metacognitiva se refiere a la habilidad de planificar, monitorizar y evaluar el aprendizaje, lo que incluye establecer metas, seleccionar las estrategias más adecuadas y ajustar el enfoque según sea necesario.

Tomando esto como punto de partida, y siendo conscientes de que las tecnologías y las redes sociales están transformando los métodos educativos tradicionales, se abre un nuevo camino para la interacción entre profesores y estudiantes. Recursos como redes sociales, plataformas de video y herramientas de presentaciones interactivas son cada vez más comunes en los claustros universitarios. En este contexto, la metacognición unida a las nuevas herramientas digitales puede ayudar al estudiantado a mejorar sus propios procesos de aprendizaje.

En el contexto educativo, especialmente en la educación superior, la metacognición juega un papel crucial en el desarrollo de estudiantes autónomos y con espíritu crítico. Fomenta la capacidad de los estudiantes para tomar control de su aprendizaje, eligiendo y aplicando estrategias efectivas que mejoren su rendimiento académico. Además, la metacognición promueve el pensamiento crítico y la transferencia de conocimientos a nuevas situaciones, aumentando la motivación y el compromiso con el aprendizaje. De este modo, desarrollar habilidades metacognitivas no solo puede mejorar el desempeño académico, sino que también prepara a los estudiantes para enfrentarse a desafíos futuros en su vida personal y profesional. En palabras de [1], “el uso de las estrategias metacognitivas está directamente relacionado con las competencias de ‘*aprender a aprender*’ algo muy relevante en el ámbito de la Educación Superior”.

Siendo más concretos, la metacognición en las aulas universitarias puede ayudarnos a abordar varios problemas relacionados con el aprendizaje y el rendimiento académico de los estudiantes, y podemos resumir sus ventajas de la siguiente forma:

1. **Aumento de la autoconciencia:** La metacognición permite a los estudiantes reflexionar sobre sus propios procesos de pensamiento y aprendizaje, lo que mejora la comprensión de sus fortalezas y debilidades. Esta mayor autoconciencia les ayuda a tener un aprendizaje más efectivo.
2. **Selección de estrategias de estudio efectivas:** Al fomentar la metacognición, los estudiantes aprenden a identificar y aplicar estrategias de estudio adecuadas, lo que mejora significativamente su aprendizaje y rendimiento académico.
3. **Mejora en la resolución de problemas:** La metacognición ayuda a los estudiantes a desarrollar habilidades para abordar problemas de manera más

efectiva. Les permite planificar, monitorizar y evaluar su enfoque ante los desafíos, facilitando la resolución de problemas complejos.

4. **Aumento de la motivación y el compromiso:** La metacognición fomenta una conexión más fuerte entre el contenido académico y el docente, lo que incrementa la relevancia del aprendizaje y, a su vez, aumenta la motivación y el compromiso de los estudiantes.
5. **Fomento de la independencia y autorregulación:** La metacognición promueve la independencia en el aprendizaje, empoderando a los estudiantes para que tomen el control de su proceso educativo. Esto reduce su dependencia del profesor y mejora su capacidad para autorregularse.

Para ahondar en la relevancia de este concepto, concretamente en el campo académico y científico, se profundizó en las publicaciones y citas relacionadas con la metacognición.

Para lograr este objetivo, la investigación se realizó en la Web of Science (WoS) Core Collection, seleccionando aquellos artículos que tratan de la metacognición (búsqueda: “TS=METACOGNITION”; esta búsqueda se realiza sobre el tema o topic, que incluye título, abstract, palabras clave del autor y Keywords Plus de WoS). Se realizó la búsqueda hasta el último año completo (a la fecha de este artículo, 2023). La importancia del concepto de la metacognición en estos últimos años se puede observar claramente por el amplio número de publicaciones y de citas realizadas, tal y como se muestra en la Figura 1.

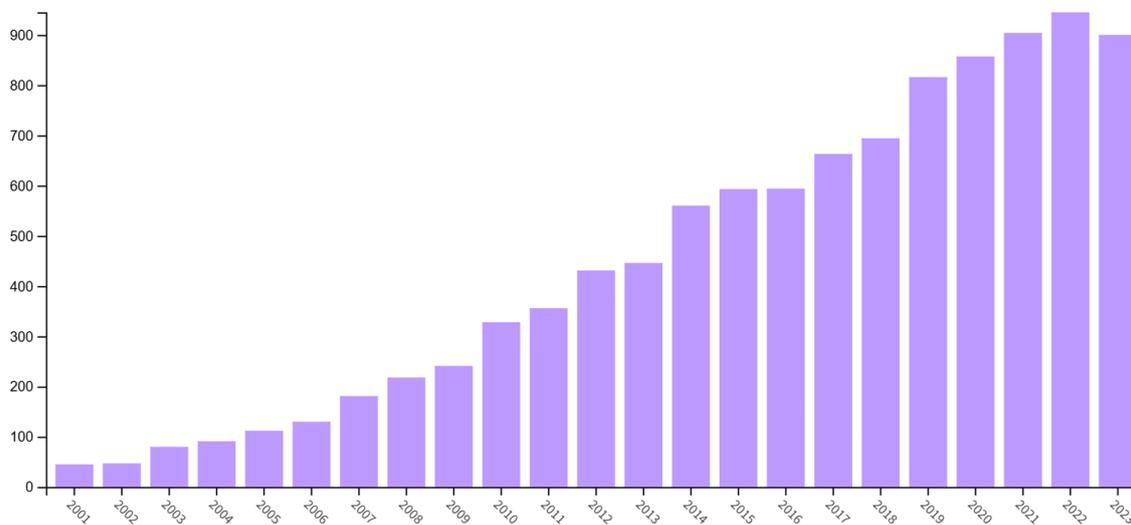


Figura 1. Publicaciones relacionadas con Metacognición de 2001 a 2023.

A partir de estos datos, podemos concluir que el número de citas y publicaciones ha experimentado un crecimiento significativo en los últimos años, lo que refleja la creciente importancia del tema. Al examinar los sectores en los que se aplica con mayor frecuencia el concepto de metacognición, es evidente que el ámbito educativo y el campo de la

psicología son los más relevantes. Como resumen de toda la literatura revisada, podemos afirmar que, confirmando la base teórica de nuestro proyecto, la metacognición juega un papel crucial en el rendimiento académico y los procesos de toma de decisiones de los estudiantes universitarios.

La investigación indica que los estudiantes universitarios que reciben estas técnicas poseen un alto nivel de conciencia metacognitiva sobre sus actividades mentales y estilos de aprendizaje [2]. La metacognición permite a los estudiantes identificar sus fortalezas y debilidades en el proceso de aprendizaje, lo que puede mejorar los resultados académicos [3]. En el mismo sentido, [4] concluye en su estudio que el análisis metacognitivo realizado por estudiantes universitarios que participan en tareas de aprendizaje autónomo y cooperativo conduce a evaluaciones positivas y a un mejor dominio del contenido.

2. METODOLOGÍA

2.1 Metodología de implantación de la metacognición

En este apartado se trata de resumir la metodología utilizada por los profesores del proyecto y que se encuentra enmarcada en un proyecto de innovación educativa emergente, PIME-E PIME/23-24/395, bajo el título “*Motivación del estudiantado de asignaturas básicas de fundamentos de empresa mediante gamificación a través de un videojuego, acompañado de estrategias de metacognición*”.

Para la realización del proyecto se han evaluado diversas herramientas digitales como Kahoot, Wooclap o Ahaslides. Estas herramientas, muy similares entre sí, consisten en plataformas interactivas diseñadas para mejorar la experiencia de enseñanza y aprendizaje en el aula. Permiten a los docentes crear presentaciones dinámicas que incluyen elementos interactivos, como encuestas, cuestionarios y preguntas en tiempo real, fomentando la participación activa de los estudiantes. A través de ellas, los profesores pueden recopilar respuestas instantáneas, realizar análisis en vivo y adaptar su enseñanza según las necesidades y el nivel de comprensión de los alumnos. Las herramientas son especialmente útiles para facilitar la metacognición, ya que promueven la reflexión y la autoevaluación del aprendizaje, ayudando a los estudiantes a desarrollar habilidades críticas para su formación académica.

En este proyecto se ha decidido escoger la herramienta Ahaslides, ya que, a juicio de los autores, es la más avanzada tanto por la madurez de la plataforma como porque permite un mayor número de maneras de interactuar con el alumnado. Por ejemplo, los alumnos pueden introducir respuestas de texto libre, cosa que las otras herramientas no ofrecen.

Las preguntas intercaladas ayudan a los estudiantes a evaluar su comprensión de los conceptos y a identificar si están asimilando la información o si necesitan más apoyo (metacognición). Adicionalmente, contribuyen a mantener la atención del alumnado a lo largo de la sesión, evitando que disminuya con el tiempo (compromiso y motivación).

El esquema de la metodología propuesta por los autores se describe a continuación:

1. **Objetivo de Aprendizaje:** Se definen claramente los objetivos de aprendizaje relacionados con la metacognición que se quieren lograr en cada sesión.
2. **Preparación de la Presentación:**
 - Se crea una presentación que incluya secciones interactivas. Se debe asegurar que se incorporan preguntas reflexivas que inviten a los estudiantes a pensar sobre su propio proceso de aprendizaje.
 - Se incluyen diapositivas que planteen preguntas del tipo: "¿Qué estrategias estás utilizando para comprender este concepto?" "¿Cómo evaluarías tu comprensión de este tema?"
3. **Activación del Conocimiento Previo:** Se inicia la clase con una actividad de diagnóstico donde el estudiantado pueda compartir sus conocimientos previos sobre el tema utilizando la plataforma tecnológica. Esto puede hacerse a través de preguntas abiertas o de respuesta múltiple que repasen los contenidos de la clase anterior.
4. **Interacción durante la Clase:**
 - A lo largo de la presentación, se hacen pausas para reflexionar, utilizando funciones interactivas de la plataforma tecnológica, como encuestas, nubes de palabras o cuestionarios, para preguntar al estudiantado sobre su comprensión y estrategias de aprendizaje.
 - Fomentar el diálogo en grupos pequeños donde los estudiantes puedan discutir sus respuestas y enfoques.
5. **Reflexión Final:** Al final de la sesión, se utiliza la plataforma para realizar una actividad de reflexión donde los estudiantes evalúen su aprendizaje. Esto puede ser a través de preguntas como: "¿Qué aprendiste hoy?" "¿Qué estrategia te fue más útil y por qué?" "¿Qué has aprendido hoy que puedas usar en tu día a día?"
6. **Feedback y Autoevaluación:**
 - Se ofrece un espacio para que el estudiantado dé *feedback* sobre el uso de la plataforma tecnológica y cómo este ha influido en su aprendizaje metacognitivo.
 - Se incluye un ejercicio de autoevaluación donde el estudiantado puedan calificar su propio proceso de aprendizaje e identificar áreas de mejora.

Para implementar este proyecto en un entorno real, se está aplicando esta metodología a un grupo de estudiantes de primer año en varios grados de ingeniería en la Universitat Politècnica de València. En estos cursos iniciales, los alumnos cursan una asignatura fundamental, con posibles nombres como Fundamentos de Organización de Empresas, Empresa I, Gestión de Empresas, etc.

A continuación, se presenta la Tabla 1, que resume el caso de estudio, incluyendo detalles sobre las titulaciones y escuelas seleccionadas, así como información sobre las asignaturas y los estudiantes involucrados en esta iniciativa, durante el curso 23-24.

Tabla 1. Asignaturas sobre las que se aplicará el presente proyecto.

Titulación (Centro)	Asignatura (Código)	Tipo	Curso	Nº alumnos matriculados	Nº alumnos encuestados
Grado en Informática Industrial y Robótica (ETSINF)	Fundamentos de organización de empresas (13997)	Form. Básica	1ºA	72	29
Grado ingeniería informática (ETSINF)	Fundamentos de organización de empresas (11538)	Form. Básica	1ºB	20	8
Grado Ciencia de Datos (ETSINF)	Fundamentos de organización de empresas	Form. Básica	1ºA	65	59
Grado ingeniería electrónica y automática (ETSID)	Empresa I (12138)	Form. Básica	1ºB	69	38

2.2 Metodología del estudio realizado

La metodología que se ha utilizado en nuestro estudio está basada en las encuestas que la Universitat Politècnica de València (UPV) realiza cada curso escolar. La metodología del proceso de encuestas de opinión del estudiantado sobre la docencia en la UPV sigue principalmente estos pasos:

1. Diseño de la Encuesta: La encuesta incluye preguntas predeterminadas, organizadas en dimensiones o estándares de calidad, como claridad en la enseñanza, **motivación**, interacción, **uso de herramientas tecnológicas**, y evaluación. La escala de respuesta es de cinco puntos, de "totalmente en desacuerdo" a "totalmente de acuerdo".

2. Proceso de Pase de Encuestas: La encuesta se realiza en dos momentos temporales del curso, al final de cada cuatrimestre. El profesorado selecciona un día adecuado, ausentándose del aula para garantizar la sinceridad de las respuestas. El estudiantado puede completar la encuesta en dispositivos móviles o en un ordenador.

3. Cálculo de Indicadores de Satisfacción: Los resultados de cada pregunta se ponderan para obtener una media global de satisfacción por asignatura y, posteriormente, una media global por profesor, basada en la ponderación de las asignaturas impartidas.

4. Generación de Informes: Se elaboran informes individuales para cada profesor (por asignatura y grupo) y agregados para los departamentos y rectorado. Estos informes

incluyen distribuciones de frecuencia, medias y desviaciones, además de comparativas con las medias del departamento y de la UPV.

5. Difusión de Resultados: Los resultados personales de cada profesor no se publican abiertamente, pero están disponibles para consulta en rectorado, respetando la confidencialidad y garantizando al alumnado el derecho a conocer los resultados de la docencia evaluada.

En este punto, es importante resaltar que la información que se puede obtener de estos modelos de encuestas es muy amplia, abarcando tanto aspectos cuantitativos (valoración numérica en las encuestas, evaluadas de 1 a 5) como una parte final de tipo cualitativo que consiste en un texto libre por parte del alumnado. Se trata de una sección en la que el alumnado puede voluntariamente complementar su encuesta con un apartado de *felicitaciones o comentarios de mejora* que admite respuestas de texto abierto. De esa sección en texto libre se extraerá la valoración del alumnado de en cuánto ayuda a la metacognición la metodología empleada en el aula.

En el siguiente apartado se muestran los resultados obtenidos en el proyecto usando la metodología anteriormente descrita, extrayendo de entre los comentarios del alumnado a los profesores del proyecto, aquellos que tienen relación con la metacognición.

3. RESULTADOS

En el curso 23-24 se ha utilizado la herramienta de Ahaslides en diversas asignaturas, como método para implantar modelos de metacognición. A continuación, se muestra como ejemplo, el resultado de una de las preguntas abiertas formuladas por el profesor al alumnado, para fomentar lo aprendido durante la clase.

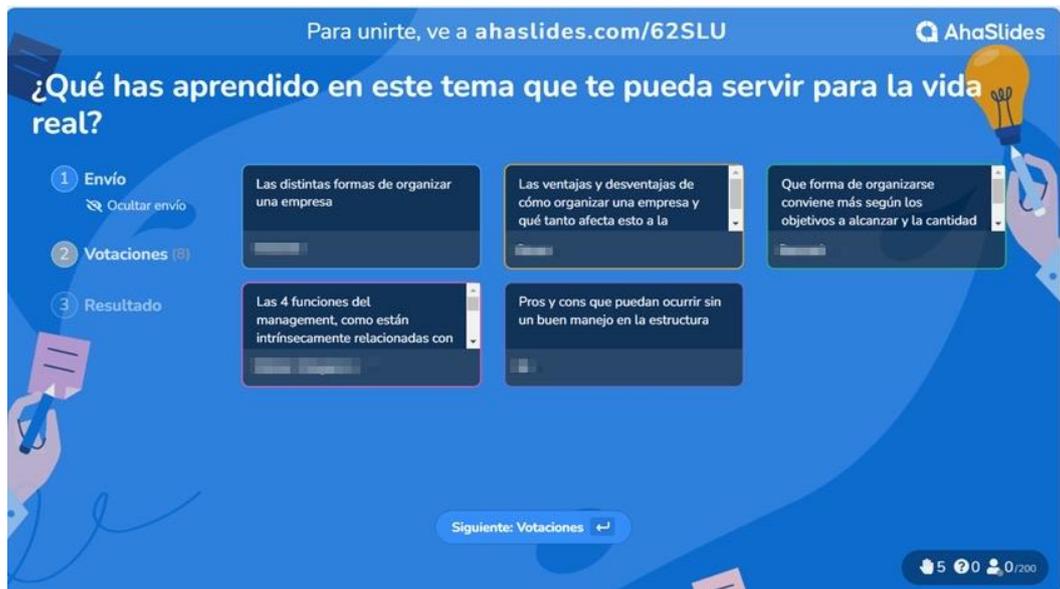


Figura 2. Ejemplo de pregunta abierta en Ahaslides.

La Tabla 2 recoge una selección de los comentarios o felicitaciones que, como explicamos en la metodología, son la fuente escogida para este proyecto como validación cualitativa de la idoneidad del proceso de metacognición propuesto. Para realizar esta selección de datos, se ha procedido a analizar todos los comentarios de las encuestas realizadas a los profesores participantes en el proyecto, y se han clasificado según el impacto reflejado sobre la metacognición. Para definir ese impacto, se han descrito tres subcriterios que definen este concepto: aumento de la motivación, mejora en el aprendizaje y uso de herramientas tecnológicas.

Tabla 2. Selección de comentarios del alumnado extraídos de las encuestas UPV con impacto en la evaluación de la metacognición

Comentario	Moti- vación	Apren- dizaje	Tecno- logía
“Innovador y buen uso de las tecnologías para mejorar la experiencia de clase”			X
“(…) Motiva a los alumnos y despierta nuestro interés por la asignatura mediante los ahaslides y los kahoots (…)”	X		X
“(…) Me gusta que en sus clases de vez en cuando salte una pregunta en la pantalla para ver si hemos estado atentos, que a su vez afianza el conocimiento (…)”		X	X
“(…) Se esfuerza en motivar, mediante Kahoots (…) y clases interactivas”	X		X
“Consigue que la gente esté muy enganchada a la asignatura, y me parece que el uso del ahaslides debería utilizarse en más asignaturas”	X		X
“Imparte las clases utilizando las herramientas más dinámicas posibles”	X		X
“Por la implementación de muchos ejemplos para que sea más fácil de entender su asignatura (…)”		X	
“(…) hace una clase más amena e interesante, también proporciona un feedback a los estudiantes (…)”	X	X	
“(…) realiza actividades como Kahoots que despiertan interés en nosotros los alumnos y que a la vez nos anima a estudiar y aprender (…)”	X	X	
“(…) Haber complementado las clases con la tecnología para que los alumnos interactuemos.”	X		X
“Clases interesantes, preguntas continuamente que hacen que estes más atento y te quede más claro”	X	X	X
“(…) sus clases (…) son interactivas y llenas de diferentes actividades con las cuales se enriquece el aprendizaje”	X	X	
“Clases con muy buena dinámica, quedando el temario totalmente claro (…)”	X	X	

Con los test de clase que se hacen conforme avanza la presentación resulta muy entretenida y la comprendo sin dificultad	X	X	
Su enfoque innovador ha hecho que el aprendizaje sea estimulante y práctico	X	X	

Analizando los resultados, se puede observar que parte del alumnado encuestado destaca aspectos de las clases que impactan directamente con los objetivos que se proponían en el proyecto mediante la metodología metacognitiva. Siendo más concretos, podemos observar que, a la luz de los comentarios del estudiantado recogidos en la Tabla 2, se refleja cómo se cumplen varias de las ventajas clave de la metacognición desarrolladas anteriormente en este artículo, en el contexto de la asignatura.

Por ejemplo, respecto al aumento de la autoconciencia, varios estudiantes reconocen el valor de las preguntas y pruebas durante las clases para afianzar su conocimiento y estar más atentos a las clases. Comentarios como *“me gusta que en sus clases de vez en cuando salte una pregunta en la pantalla para ver si hemos estado atentos, que a su vez afianza el conocimiento”* y *“con los test de clase que se hacen conforme avanza la presentación resulta muy entretenida y la comprendo sin dificultad”* destacan cómo estas metodologías les ayudan a reflexionar sobre su aprendizaje, y a ser conscientes de si están aprendiendo y aprovechando las clases.

Otra de las ventajas descritas anteriormente sobre la metacognición, es la selección de estrategias de estudio efectivas, que también se ve reflejada en cómo los alumnos perciben el uso de actividades dinámicas. Comentarios como *“clases con muy buena dinámica, quedando el temario totalmente claro”* y *“sus clases (...) son interactivas y llenas de diferentes actividades con las cuales se enriquece el aprendizaje”* muestran que los estudiantes están identificando y aplicando métodos que les permiten consolidar mejor el conocimiento, contribuyendo a su rendimiento académico.

Además, el aumento de la motivación y el compromiso es evidente en afirmaciones como *“motiva a los alumnos y despierta nuestro interés por la asignatura mediante los ahaslides y los kahoots”* y *“su enfoque innovador ha hecho que el aprendizaje sea estimulante y práctico”*. Estas opiniones confirman este aumento motivacional y de compromiso, ya que muestran el interés del estudiantado por el contenido, fortaleciendo el vínculo entre el alumno, el contenido académico y el docente.

Por último, el fomento de la independencia y autorregulación se observa en comentarios que destacan el valor de la interacción y el control del propio aprendizaje autónomo, como *“haber complementado las clases con la tecnología para que los alumnos interactuemos”*. Aquí, los estudiantes subrayan cómo la implementación de herramientas interactivas les ayuda a tomar un rol más activo en su proceso de aprendizaje, fortaleciendo su capacidad de autorregulación.

CONCLUSIONES

Se han presentado evidencias de un proyecto de innovación educativa que busca dar respuesta a algunos de los desafíos más significativos en el contexto universitario actual: la necesidad de desarrollar habilidades metacognitivas que permitan al estudiantado ser más consciente de su proceso de aprendizaje y la búsqueda de un entendimiento profundo de los conceptos, contextualizándolos en un entorno similar al del mundo empresarial y profesional.

En este artículo se ha presentado un enfoque para el uso de la metacognición en las aulas universitarias. A partir de un estudio de la literatura existente, se ha propuesto una metodología que integra estrategias metacognitivas, enfocándose en la autoevaluación y la reflexión sobre el propio aprendizaje. El proyecto se ha implementado en un entorno real con más de 200 alumnas y alumnos de distintas titulaciones de la Universitat Politècnica de València, específicamente dirigido al estudiantado de primer curso en asignaturas relacionadas con la organización de empresas. No obstante, aunque el proyecto se ha enfocado en el ámbito de la gestión empresarial, su aplicabilidad sugiere que puede ser un punto de partida para otras disciplinas y beneficiarse a una amplia gama de estudiantes universitarios.

Los primeros resultados indican la efectividad de estas iniciativas, demostrando que la integración de estrategias metacognitivas en el aula universitaria resulta efectiva para mejorar tanto la autoconciencia del aprendizaje como el compromiso del estudiantado. A través de una metodología que combina reflexión activa, autoevaluación y actividades interactivas, se ha logrado fomentar un entorno donde los estudiantes desarrollan habilidades de autorregulación y análisis crítico, esenciales para su éxito académico.

Uno de los aspectos más destacables de este estudio es la recepción positiva y espontánea por parte del alumnado. Como se ha comentado en el apartado de metodología, los datos extraídos para el estudio son los comentarios o felicitaciones que los alumnos han proporcionado de forma voluntaria a los profesores. Al analizar los comentarios recogidos, se observa que aproximadamente un 40% de los estudiantes destacaron de manera natural esta metodología, aunque no la pregunta era sobre su satisfacción con la docencia en general. Los comentarios incluyen felicitaciones sobre cómo las actividades interactivas lograron captar y mantener su atención, la claridad que aportan a la clase y el valor que ven en la autorreflexión guiada a través de las preguntas y pruebas intercaladas. Esta retroalimentación sugiere que los estudiantes no solo reconocen los beneficios de esta metodología en su aprendizaje, sino que también valoran la innovación y el dinamismo que las herramientas interactivas aportan a su experiencia en el aula.

La tecnología ha permitido, además, abordar la metacognición en aulas con elevado número de alumnas y alumnos, tradicionalmente desafiantes para este tipo de enfoque. Los comentarios también reflejan cómo los estudiantes valoran esta oportunidad de participar activamente en su proceso de aprendizaje, percibiendo una conexión más fuerte con el contenido y el docente, y sintiéndose motivados a profundizar en su conocimiento de forma autónoma.

El presente estudio abre también un campo prometedor para futuras investigaciones que amplíen el estudio a otras disciplinas y contextos educativos.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Sáiz Manzanares, M., Montero, E., Bol Arriba, A., & Carbonero Martín, M. A. (2012). Un análisis de competencias para " aprender a aprender" en la Universidad.
- [2] Chirinos, N., & Padrón, E. (2011). La metacognición en los estilos de aprendizaje de estudiantes de postgrado durante la elaboración del trabajo de grado: caso: la Universidad Rafael Maria Baralt (UNERMB). *Revista de estilos de aprendizaje*.
- [3] Labatut, E. (2005). Evaluación de los estilos de aprendizaje y metacognición en estudiantes universitarios. *Revista de psicopedagogía*, 67(22), 6-25.
- [4] Pérez de Albéniz Iturriaga, A., Sastre i Riba, S., Escolano Pérez, E., Lucas Molina, B., & Pascual Sufrate, M. T. (2015). *Metacognición en un proceso de aprendizaje autónomo y cooperativo en el aula universitaria* (No. ART-2015-101523).

Enseñando a programar Máquinas de Elementos Finitos con dos enfoques distintos

María Isabel Rocha-Gaso¹, Roberto Zazo-Manzaneque¹, Carlos Sánchez-Díaz¹,
Francisco José Gimeno-Sales¹

¹Departamento de Ingeniería Electrónica, Universitat Politècnica de València, Camino de Vera s/n, 46022 Valencia, España, marcoga@eln.upv.es, rozaman@doctor.upv.es, csanched@eln.upv.es, fjgimeno@eln.upv.es

RESUMEN

Las Máquinas de Estados Finitos se utilizan en numerosas aplicaciones, puesto que resuelven de forma ordenada y eficiente diversos problemas de ingeniería. En este trabajo presentamos la implementación de una Máquina de Estados Finitos (MEF), que soluciona un problema básico de los primeros cursos de Diseño Digital, el encendido y apagado de un LED empleando un pulsador. La implementación se lleva a cabo con dos enfoques diferentes, uno clásico y otro novedoso, programados para un microcontrolador STM. Se explica la programación de ambos enfoques para resolver el mismo problema y hacemos un análisis de las ventajas e inconvenientes de utilizar cada uno de ellos desde el punto de vista académico. A pesar de que el nuevo enfoque tiene algunos inconvenientes, son mayores sus ventajas y pensamos que enseñar al alumnado una o ambas formas de programar una MEF para un problema tan sencillo puede servir como andamio para comprender profundamente la conexión entre soluciones mediante hardware exclusivo y software.

1. INTRODUCCIÓN

Las MEFs tienen numerosas aplicaciones, puesto que resuelven diversos problemas de ingeniería de forma ordenada y eficiente, evitando la generación de “código espagueti”. Este concepto se enseña entonces desde los primeros cursos del grado de un ingeniero, en asignaturas relacionadas con Electrónica Digital, y se explica su implementación con componentes electrónicos básicos. En cursos más avanzados, a un ingeniero que requiere conocimientos de control digital, se le enseña la implementación de MEFs mediante el uso de la programación de microcontroladores, lo cual tiene la gran ventaja de evitar conexiones de componentes electrónicos.

El trabajo presenta las soluciones para dos enfoques de implementación de una MEF. El primer enfoque lo nombramos “enfoque clásico”, porque es el que se ha venido enseñando en la Universitat Politècnica de València (UPV) durante aproximadamente cinco años y el segundo enfoque [1] lo llamamos “enfoque nuevo”. Este último enfoque lo adoptamos en nuestro grupo hace dos años para implementar MEFs de alta complejidad para el control digital del Proyecto de Investigación H2DRONE [2,3], cuyo objetivo es controlar de forma novedosa un dron híbrido pila de combustible de hidrógeno con batería de 20 kg de peso.

El código en lenguaje C, que se proporciona para ambos enfoques, sirve para encender

y apagar un LED integrado de un microcontrolador marca STM al pulsar su pulsador de usuario. El modelo del microcontrolador empleado es de precio bastante accesible en el mercado, por lo que cualquier estudiante podría llegar a adquirirlo.

2. DISEÑO E IMPLEMENTACIÓN DE LA MEF

La MEF que se implementa aquí es una máquina de Mealy cuyo diagrama de estados se muestra en la Figura 1. Como puede observarse, la MEF resuelve un problema básico de encendido y apagado de un LED mediante un pulsador o botón. La MEF requiere sólo de dos estados, tiene dos transiciones, una entrada (color morado) y una salida (color verde). Si la entrada toma el valor de “1”, el botón habrá sido pulsado, de lo contrario, será “0”. Para encender el LED, el sistema requerirá que la salida LED tome el valor de “1”, de lo contrario, el LED estará apagado. Nótese que el mismo evento que hace que la salida botón tome el valor de “1” hace que se encienda o apague el LED, según el estado donde se encuentre el sistema.

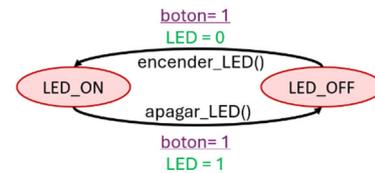


Figura 1. Diagrama de estados de la MEF que se implementa. La MEF cuenta con dos estados (rojo), dos transiciones (negro), una entrada (morado) y una salida (verde).

El código que se presenta a continuación para programar la MEF, cuya tabla de transiciones se describe en la Tabla 1, es para un microcontrolador STM modelo 32F429ZITX y se utilizará su LED 3, LD3, y su botón de usuario (azul), B1. Se utilizó el IDE gratuito de STM, STM32CubeIDE, versión 1.16.0, que incorpora a los proyectos las instrucciones necesarias para configurar el hardware integrado en el STM.

Tabla 1. Tablas de transiciones de la MEF diseñada que se implementa.

Estado Actual	Descripción	Evento	Acción	Estado Siguiente
LED_OFF	LED apagado	boton = 1	encender_LED()	LED_ON
LED_ON	LED encendido	boton =1	apagar_LED()	LED_OFF

3.1. Enfoque clásico

Este enfoque consiste en emplear una estructura de control switch para ir pasando de un estado a otro de la MEF según sucedan los eventos. Los estados, previamente, se definen mediante una estructura, como se puede observar en la Figura 2A.

También, antes de codificar el switch es necesario definir las funciones para realizar las acciones de la MEF, como se presenta en la Figura 2B, y declarar la variable que servirá como bandera para controlar si ocurre o no el evento de presión del botón (evento_boton) que se inicializa a cero, con esta línea: `int evento_boton = 0;` donde ‘0’ indica que no se ha presionado el botón y ‘1’ que se ha presionado.

A continuación, ya dentro del `main()` requerimos usar la estructura definida en la Figura 2A para crear dos instancias de la estructura llamadas “estado_actual” y “estado_siguiente” y se inicializa “estado_actual” como LED_OFF con el LED apagado (líneas 168 a 171 del código de la Figura 2C). Finalmente, en un bucle infinito se revisa si se ha presionado el botón y se pone en marcha la MEF con la estructura switch, como se muestra a partir de la línea 178 del código de la Figura 2C.

```

A) typedef enum {
    LED_OFF = 0,
    LED_ON = 1
} Estado;

B) void encender_LED (void) {
    HAL_GPIO_WritePin(LD3_GPIO_Port, LD3_Pin, 1);
}

void apagar_LED (void) {
    HAL_GPIO_WritePin(LD3_GPIO_Port, LD3_Pin, 0);
}

C) 168 Estado estado_actual, estado_siguiente;
169
170 estado_actual = LED_OFF;
171 HAL_GPIO_WritePin(LD3_GPIO_Port, LD3_Pin, 0);
172
173 while (1){
174
175     evento_boton = HAL_GPIO_ReadPin(B1_GPIO_Port, B1_Pin);
176     HAL_Delay(500);
177
178     switch(estados_siguientes){
179     case LED_OFF:
180         if(evento_boton == 1){
181             estados_siguientes = LED_ON;
182             encender_LED();
183         }
184         break;
185     case LED_ON:
186         if(evento_boton == 1){
187             estados_siguientes = LED_OFF;
188             apagar_LED();
189         }
190         break;
191     default:
192         estados_siguientes = LED_OFF;
193         break;
194     }
195     estado_actual = estados_siguientes;
196 }
197

```

Figura 2. Definición de los estados mediante estructura de dos estados (A) y funciones de acciones (B) de la MEF implementada. Instrucciones dentro de función main() para implementar la MEF con el enfoque clásico (C).

3.2. Enfoque nuevo

Consiste en hacer uso del código contenido en la librería externa “fsm.h”, cuyo contenido se muestra en la Figura 3. Para ello, se deben incluir ambos archivos en el proyecto e incluir la librería en el archivo del main, con la instrucción `#include "fsm.h"`. Como

puede verse en esta librería, se utilizan estructuras y punteros, considerados conocimientos avanzados del lenguaje C. También es necesario definir los estados de la MEF y las variables necesarias como se muestra en la Figura 4A. A continuación, se requiere definir las funciones de guarda -eventos que producirán una transición- y funciones de acciones como en la Figura 4B. Una vez realizado esto, se

```

A) fsm.h
1 #ifndef FSM_H
2 #define FSM_H
3
4 typedef struct fsm_t fsm_t;
5
6 typedef uint8_t (*fsm_input_func_t) (fsm_t*);
7 typedef void (*fsm_output_func_t) (fsm_t*);
8
9 #endif
10
11 #define fsm_t fsm_t
12
13 int8_t orig_state;
14 fsm_input_func_t in;
15 int8_t dest_state;
16 fsm_output_func_t out;
17 fsm_trans_t* t;
18
19 struct fsm {
20     int8_t current_state;
21     fsm_trans_t* t;
22 };
23 fsm_t* fsm_new (fsm_trans_t* t);
24 void fsm_delete (fsm_t* this);
25 void fsm_init (fsm_t* this, fsm_trans_t* t);
26 void fsm_fire (fsm_t* this);
27 #endif

```

```

B) fsm.c
1 #include "fsm.h"
2 #include <stdlib.h>
3 #include "fsm.h"
4 fsm_t* fsm_new (fsm_trans_t* t)
5 {
6     fsm_t* this = (fsm_t*) malloc (sizeof (fsm_t));
7     fsm_init (this, t);
8     return this;
9 }
10
11 void fsm_delete (fsm_t* this) {
12     if (this != NULL) free (this);
13     this = NULL;
14 }
15
16 void fsm_init (fsm_t* this, fsm_trans_t* t)
17 {
18     this->current_state = t->orig_state;
19     this->t = t;
20 }
21
22 void fsm_fire (fsm_t* this)
23 {
24     fsm_trans_t* t;
25     for (t = this->t; t->orig_state >= 0; ++t)
26     {
27         if ((this->current_state == t->orig_state) && t->in (this))
28         {
29             this->current_state = t->dest_state;
30             if (t->out) t->out (this);
31             break;
32         }
33     }
34 }
35

```

Figura 3. Instrucciones de la librería externa “fsm.h” para el enfoque nuevo. Archivo *.h (A) y archivo *.c (B).

```

A) enum estados_LED {
    LED_OFF,
    LED_ON,
};

static int evento_boton = 0;
static uint8_t flag_fsm_fire = 0;

B) /* ----- Guard Functions ----- */
static uint8_t guarda_boton(fsm_t* this) {
    if(evento_boton == 1) { return(1); } // COMPLETE
    else { return(0); }
}

/* ----- Action Functions ----- */
static void encender_LED(fsm_t* this) {
    HAL_GPIO_WritePin(LD3_GPIO_Port, LD3_Pin, 1);
}

static void apagar_LED(fsm_t* this) {
    HAL_GPIO_WritePin(LD3_GPIO_Port, LD3_Pin, 0);
}

C) /* ----- EXPLICIT FSM DESCRIPTION ----- */
static fsm_trans_t tabla_boton_LED[] = {
    { LED_OFF, guarda_boton, LED_ON, encender_LED },
    { LED_ON, guarda_boton, LED_OFF, apagar_LED },
    { -1, NULL, -1, NULL },
};

D) fsm_t* fsm_boton_LED = fsm_new(tabla_boton_LED);
fsm_init(fsm_boton_LED, tabla_boton_LED);

while (1)
{
    evento_boton = HAL_GPIO_ReadPin(B1_GPIO_Port, B1_Pin);
    HAL_Delay(500);
    flag_fsm_fire = evento_boton;
    if (flag_fsm_fire == 1) {
        fsm_fire(fsm_boton_LED);
        flag_fsm_fire = 0;
    }
}

```

Figura 4. Implementación de la MEF con el enfoque nuevo. Declaraciones de estados y variables necesarias (A) y de funciones de guarda y de acciones (B). Codificación de la tabla de transiciones (C). Creación, inicialización y arranque de la MEF(D).

codifica la tabla de transición de la MEF, como se muestra en la Figura 4C, donde en primera posición se encuentra el estado presente, segunda la función de guarda, tercera estado siguiente y cuarta la función de acción.

Por último, dentro del main() se crea una MEF

basada en la tabla de la Figura 4C y se inicializa la MEF con las instrucciones de las líneas 145 y 146 de la Figura 4D. Así, en el bucle infinito del programa podemos arrancar la MEF con el código que se presenta en la Figura 4C (a partir de la línea 148).

4. RESULTADOS Y ANÁLISIS

Las dos MEFs implementadas con los dos enfoques presentados en este no tienen diferencias visibles en su funcionamiento para el usuario final. Si bien es cierto que, el nuevo enfoque planteado requiere de conocimientos más avanzados de programación en C, resulta más versátil y su código puede reutilizarse más fácilmente, además de permitir arrancar una MEF dentro de otra, a lo que se conoce como MEF jerárquicas (HFSMs, por sus siglas en inglés). Así, la librería que se está usando en el ejemplo de este enfoque permite gestionar HFSMs, pero tienen el inconveniente de que hay que gestionar unas variables compartidas entre las MEFs implicadas y tener en cuenta otra serie de consideraciones como el uso de flags y de estados iniciales en MEFs de menor jerarquía. También, este enfoque, permite una mayor escalabilidad, al facilitar modelar el sistema en pequeños submódulos y la reutilización del código, minimizando código repetido. A pesar de que el código contenido en este trabajo es para un modelo de microcontrolador específico, las instrucciones claves de los enfoques son fácilmente trasladables a otros procesadores digitales del mercado.

Para futuros trabajos se quiere explorar otras opciones didácticas novedosas para la implementación de MEFs, como la actual “State Machine Compiler”, herramienta que es capaz de generar una MEF en una gran diversidad de lenguajes de programación a partir de su diagrama de estados.

CONCLUSIONES

El enfoque nuevo que se presenta en este trabajo es de alta fiabilidad, ya que se basa en el uso de una librería para su implementación. El método se puede utilizar en cualquier microcontrolador adaptando el código con las funciones de control de su hardware específico. Además, es muy versátil para la realización de MEFs genéricas, incluso si requieren de jerarquías, ya representa una abstracción de esta tarea. Sin embargo, la complejidad de este enfoque es más elevada que la del enfoque clásico y requiere de un conocimiento del lenguaje C más avanzado, además de tener una curva de aprendizaje inicial más lenta y menos intuitiva. Aún así, las ventajas de introducir este enfoque alumnado supera estos inconvenientes y enseñar ambos enfoques es muy conveniente.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] E.A. Lee, S.A. Seshia, Introduction to Embedded Systems. A Cyber-Physical Systems Approach. Second Edition, MIT Press, 2017.
- [2] R. Marqués, Á. Montero, C. Sánchez-Díaz, I. Quintanilla, Design methodology and simulation analysis of hybrid fuel cell and battery systems for powering unmanned aircraft systems, Energy Convers. Manag. 306 (2024). <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2024.118303>.
- [3] W. El Bachouti Khalil, Implementación de Máquina de Estados Finita en Microcontrolador para optimizar el control del sistema de energía de un dron híbrido pila de combustible - batería., TFG, Universitat Politècnica de València, 2023.

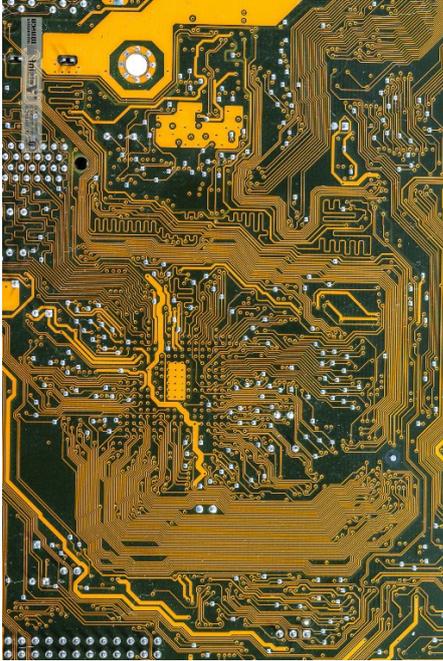


Imagen de la portada: Álvaro Domenech

Valencia, 11 de julio de 2025

Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Informàtica

Editado por: Daniela Gil-Salom y Eliseo Marzal Calatayud

ISBN: 978-84-09-74797-9 (versión online)

Universitat Politècnica de València

Imagen de la portada: Álvaro Domenech



JIDINF'24 JORNADA DE INNOVACIÓ DOCENTE ETSINF 2024 se distribuye bajo una licencia de Creative Commons Reconocimiento-NoComercial-SinObraDerivada 4.0 Internacional.